

El Aalenense de la Cordillera Bética (Sur de España): análisis bioestratigráfico y caracterización paleogeográfica.

A. LINARES y J. SANDOVAL

Departamento de Estratigrafía y Paleontología. Universidad de Granada. Avenida Fuentenueva s/n. 18071-GRANADA (ESPAÑA)

Resumen: Los materiales aalenenses de la Cordillera Bética afloran mayoritariamente a lo largo del Subbético Medio - una amplia banda que se extiende desde la provincia de Cádiz hasta la provincia de Murcia-. En estos afloramientos la litofacies dominante es de margas y margocalizas. En los umbrales, Subbético Externo e Interno, los materiales aalenenses, generalmente constituidos por calizas nodulosas, forman niveles condensados y a veces pueden faltar por completo. Las sucesivas asociaciones de ammonites registradas, especialmente las procedentes de las secciones del Subbético Medio, permiten reconocer las zonas de Opalinum (subzonas de Opalinum y Comptum), Murchisonae (subzonas de Haugi, Murchisonae y Bradfordensis) y Concavum (subzonas de Concavum y Limitatum) que coinciden respectivamente con el Aalenense inferior, medio y superior. Los Leioceratinae y Tmetoceratinae son cuantitativamente las formas más representativas en el Aalenense inferior. En el Aalenense medio, los Graphoceratinae y Erycitinae son dominantes, si bien otros taxones mediterráneos, como *Vacekia*, son también frecuentes. En el Aalenense superior los Erycitinae (especialmente el género *Haplopleuroceras*) y los Graphoceratinae (*Graphoceras* M y m) son las formas dominantes y más características, aunque también se registran representantes abundantes y variados de Hammatoceratinae. Los Lytoceratina y sobre todo los Phylloceratina se encuentran en todo el Aalenense subbético y pueden ser dominantes en el Aalenense inferior-medio de algunos afloramientos. El Aalenense subbético tiene marcado carácter mesogeico como lo muestra su composición faunística, con abundantes géneros de ammonites típicamente mediterráneos (*Phylloceras*, *Lytoceras*, *Vacekia*, *Tmetoceras*, *Erycites*, *Spinammatoceras*, *Haplopleuroceras* y *Malladaites*). No obstante existen además abundantes formas boreales y subboreales (Leioceratinae y Graphoceratinae) que permiten establecer relaciones biogeográficas entre el Mediterráneo occidental y otras regiones no mesogeicas (Pacífico Norte, Provincia Andina, etc) así como correlaciones bioestratigráficas precisas.

Palabras clave: Aalenense, Cordillera Bética, ammonites, bioestratigrafía, biogeografía, asociaciones faunísticas.

Abstract: Aalenian materials crop out extensively along the Median Subbetic - a wide strip spreading from Cádiz province to Murcia province. The predominant facies of the Aalenian in the Median Subbetic are marls to marly limestone interbedding. In the swell areas -External and Internal Subbetic- the Aalenian, partly condensed, is represented by nodular limestones and sometimes the Aalenian corresponds with a sedimentary gap. The successive ammonite assemblages recorded, specially coming from Median Subbetic sections, have allowed the characterization of the Opalinum (Opalinum and Comptum subzones), Murchisonae (Haugi, Murchisonae and Bradfordensis subzones) and Concavum (Concavum and Limitatum subzones) zones, which coincide respectively with the Lower, Middle and Upper Aalenian. Leioceratinae and Tmetoceratinae are percentually the most abundant Lower Aalenian ammonites. Graphoceratinae and Erycitinae are dominant in Middle Aalenian, although some typical Mediterranean taxa, such as *Vacekia*, are also common. Erycitinae, specially the genus *Haplopleuroceras* and Graphoceratinae (*Graphoceras* M y m) are the dominant and most characteristic Upper Aalenian ammonites, although some diversified representatives of the subfamily Hammatoceratinae are also commons. Lytoceratina and specially Phylloceratina occur throughout the Subbetic Aalenian and can be the dominant components in some Lower-Middle Aalenian outcrops. The Betic Aalenian has a strong Mesogean character as it is reflected in the ammonite assemblages with abundant typically Mediterranean genera (*Phylloceras*, *Lytoceras*, *Vacekia*, *Tmetoceras*, *Erycites*, *Spinammatoceras*, *Malladaites* and *Haplopleuroceras*). However, the presence of some common Boreal and Subboreal faunas (Leioceratinae and Graphoceratinae) allows the setting of precise biogeographic relationships between Mediterranean, western Tethys and non Mediterranean regions (North Pacific, Andean Province, etc.), as well as precise biostratigraphic correlations.

Key words: Aalenian, Betic Cordillera, ammonite fauna, biostratigraphy, biogeography, assemblages.

Linares, A. and Sandoval, J. (1993): El Aalenense en la Cordillera Bética (Sur España): análisis bioestratigráfico y caracterización paleogeográfica. *Rev. Soc. Geol. España*, 6: 177 - 206.

Aunque las primeras referencias de faunas aalenienenses de la Cordillera Bética se remontan a finales del siglo pasado, Bertrand y Kilian (1889), o primera mitad del siglo veinte, Douvillé (1906), Alastrué (1944); los primeros datos precisos sobre el Aalenienense de la Cordillera Bética son de la década de los sesenta cuando, precisamente, uno de los aquí firmantes (A. Linares) realizaba los primeros muestreos paleontológicos de detalle, concretamente en el sector central de la Cordillera. A partir de este tiempo se publicaron los primeros trabajos en los que se citan materiales aalenienenses y se figuran las primeras faunas béticas fósiles de esta edad: (Busnardo, 1962, 1979; García-Dueñas *et al.*, 1967; García-Dueñas y Linares, 1970; Linares y Rivas, 1973). En años posteriores se han realizado muestreos detallados en gran número de secciones estratigráficas y se han publicado diversos trabajos en los que se ha dado a conocer la bioestratigrafía de los diferentes taxones de ammonites. Asimismo se han descrito y figurado diversas faunas de ammonites de gran interés paleobiológico y bioestratigráfico. Entre los trabajos de índole bioestratigráfica merece mención especial el de Linares (1979), en el cual se elaboró por vez primera un cuadro con el rango de distribución vertical de las distintas formas de Ammonoideos y se propuso un esquema zonal para el Aalenienense subbético. Linares y Sandoval (1986, 1988, 1992) dan a conocer nuevos datos bioestratigráficos y, especialmente, taxonómicos sobre las faunas de Ammonoideos aalenienenses presentes en la Cordillera Bética. Linares *et al.* (1988) hacen un estudio comparativo entre el Aalenienense bético y el de la Cordillera Ibérica. Linares y Sandoval (1988, 1990) realizan estudios detallados sobre el límite superior de este piso. Finalmente, García-Gómez *et al.* (1991) presentan un estudio del límite Toarciense-Aalenienense a partir de los datos obtenidos en diversas secciones subbéticas.

Aunque los datos que tenemos sobre el Aalenienense bético son de naturaleza diversa, tomando estos de una forma aislada sólo dan una visión parcial sobre la estratigrafía del piso y de la distribución vertical de los diversos taxones de ammonites. Por esta razón se requería un trabajo donde se abordaran conjuntamente estos aspectos. Los objetivos concretos que nos planteamos en el presente estudio van en este sentido y los podemos resumir en los siguientes: a) estudio general de la distribución de los materiales aalenienenses, su litología y medio de depósito dentro de la Cuenca Bética, lo que nos va a permitir conocer la paleogeografía del Aalenienense bético; b) estudio detallado del rango de distribución vertical de los diversos taxones de ammonites, para lo cual ha sido necesario el muestreo paleontológico minucioso, nivel a nivel, de las secciones estratigráficas más representativas dentro de aquellos sectores subbéticos donde los materiales aalenienenses están mejor representados. Esto nos permite obtener un esquema zonal válido para el Aalenienense de la Cuenca Bética, el cual es correlacionable, enteramente o en parte, con las zonaciones previamente establecidas en otras áreas mediterráneas y/o submediterráneas. c): otro de los objetivos abordados consiste en averiguar las relaciones que pudieran existir entre faunas de ammonites y el tipo de facies en las que se encuentran, para lo cual realizamos un análisis porcentual de los diversos grupos en cada una de las áreas y para las diver-

sas zonas previamente establecidas. Por consiguiente el interés del trabajo es múltiple ya que aportará nuevos datos estratigráficos, biocronológicos, paleobiogeográficos y paleocológicos del Aalenienense bético.

Distribución general y tipo de afloramientos

Los materiales aalenienenses son abundantes en el Subbético Medio (fig. 1), con afloramientos frecuentes a lo largo de una amplia banda que se extiende desde la provincia de Cádiz hasta la provincia de Murcia. También existen facies similares a las subbéticas, y dentro de un mismo contexto geológico, en el norte de la Isla de Mallorca. (Alvaro *et al.*, 1989; Sandoval, en preparación). En los umbrales pelágicos subbéticos (Subbético Interno y Externo) el Aalenienense se corresponde, en muchos casos, con una laguna estratigráfica o cuando existen materiales de esta edad, éstos están reducidos a unos pocos niveles, e incluso, a veces, a una superficie ferruginosa.

Como áreas en donde los afloramientos de materiales de edad aalenienense están mejor representados (fig. 1) podemos citar los de Sierra de San Pedro, (provincias de Jaén y Granada), sector de Sierra del Trigo-Montillana-Montejícar (provincias de Granada y Jaén), sector de Cerro Méndez, (provincias de Granada y Jaén) y sierras de Ricote y Pedro Ponce (provincia de Murcia). Estos han sido los sectores elegidos para levantar las secciones estratigráficas estudiadas con más detalle. En todos ellos los materiales aalenienenses se presentan bajo facies de ritmita (alternancia rítmica de margas y margocalizas y, a veces, margas y calizas con sílex). En varios puntos de los sectores mencionados es posible establecer el límite inferior y/o superior del Aalenienense. En otras áreas, generalmente más meridionales, del Subbético Medio tales como el sector de Montefrío-Algarinejo, Sierra Elvira, Puerto del Zegrí (todos en la provincia de Granada) e incluso en algunos puntos de Cerro Méndez, todos o parte de los materiales aalenienenses presentan facies tipo "ammonítico rosso" y suelen pasar progresiva o bruscamente, dependiendo de los puntos, a calizas con sílex o margas silíceas. En este tipo de afloramientos la potencia de los materiales aalenienenses es generalmente muy inferior a la existente en las facies de ritmitas grises.

Los escasos afloramientos donde aparecen materiales aalenienenses en el Subbético Interno (Sierra Gorda, provincia de Granada, Sandoval 1983; olistolitos del Río Fardes, provincia de Granada, Hernández-Molina *et al.*, 1991) o en el Subbético Externo (sierras de Gaena y Cebra, provincia de Córdoba; Sierra del Ahillo y sector de Río Frío-Salto de la Yegua, provincia de Jaén, Sandoval 1983; sector de Huéscar, provincia de Granada; área de Caravaca-Cehegín, provincia de Murcia, Seyfried 1978) estos están reducidos a pocos niveles (máximo 3 m) de calizas y/o margas nodulosas, donde difícilmente se datan todas las zonas del Aalenienense.

El Aalenienense en el Subbético Medio

El Subbético Medio es el dominio sedimentario más idóneo para la realización de estudios bioestratigráficos

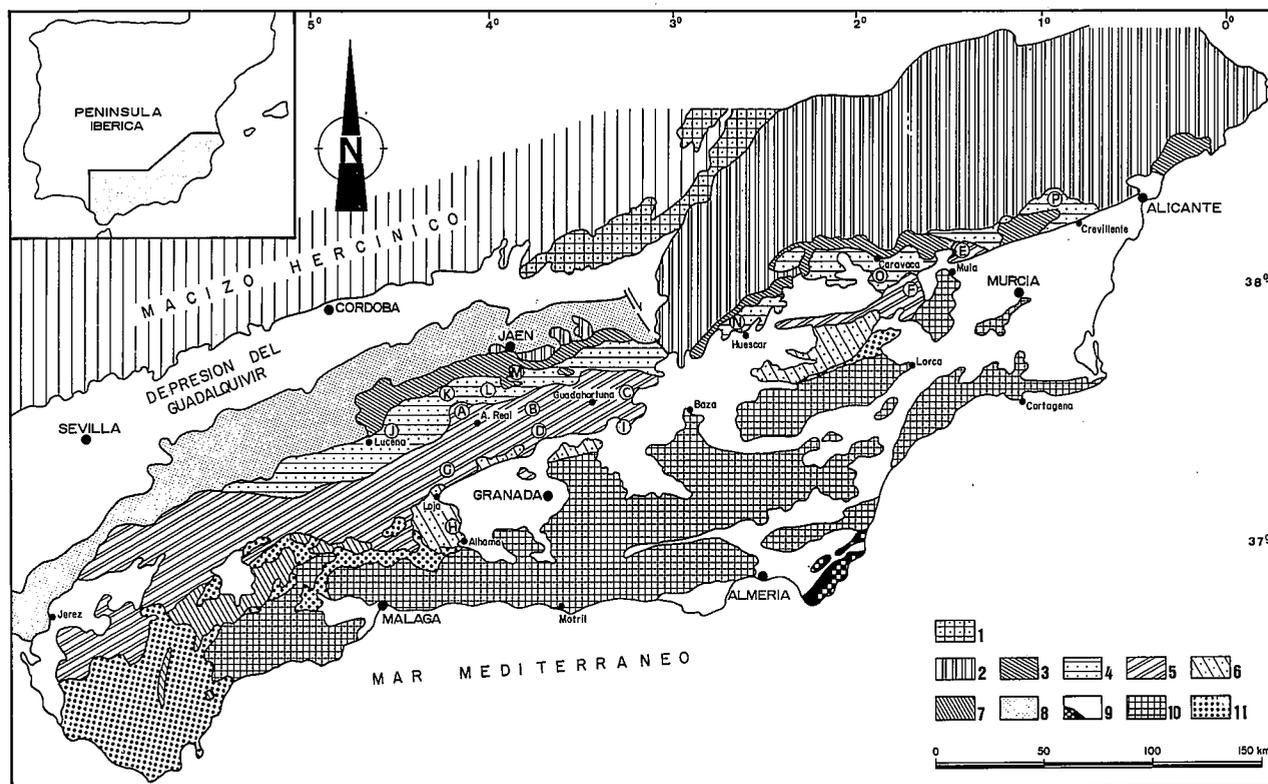


Figura 1.- Situación geográfica y geológica esquemática de algunos de los afloramientos aalenianos de la Cordillera Bética. Leyenda: 1.- Cobertera tabular (Mesozoico-Terciario) del Macizo Hercínico de la meseta Ibérica. 2.- Zona Prebética. 3.- Unidades Intermedias. 4.- Subbético Externo. 5.- Subbético Medio. 6.- Subbético Interno. 7.- Penibético. 8.- Materiales del Mioceno sintectónicos. 9.- Materiales postorogénicos y rocas volcánicas. 10.- Zonas Internas de la Cordillera. 11.- Unidades del Flysch del Campo de Gibraltar. A.-Sector de La Rábita. B.- Sector de Montillana-Alta Coloma-Montejaic. C.- Sector de Cerro Méndez. D.- Sector del Puerto del Zegrí. E.- Sierra de Ricote. F.- Sierra de Pedro Ponce. G.- Sector de Montefrío-Algarinejo. H.- Venta Quesada (Sierra Gorda). I.- Sector del Río Fardes. J.- Sierra de Gaena. K.- Sierra del Ahillo. L.- La Morenica. M.- Sector del Río Frío-Salto de la Yegua. N.- Sector de la Ermita de la Virgen de la Cabeza (Huéscar). O.- Sector de Caravaca y Cehegín. P.- Sierra del Reclot.

detallados porque ofrece series de ritmitas calcáreas grises con buena estratificación y cierta abundancia de fósiles, requisitos indispensables para el objetivo que se pretende. En este dominio existen también, aunque menos frecuentes y menos potentes, calizas y margas rojas en facies tipo "ammonítico rosso". Otros tipos de depósitos, menos extensos pero significativos para la interpretación geodinámica de la cuenca, son las calizas con sílex.

En este dominio se han levantado alrededor de 20 perfiles y se han hecho numerosas observaciones puntuales. Todas las secciones estudiadas, a excepción de la de Sierra de Ricote, la más oriental, están situadas en el sector central de la Cordillera y pertenecen geográficamente a los sectores de La Rábita (Sierra de San Pedro, provincia de Jaén), Montillana-Alta Coloma (provincias de Granada y Jaén) y Cerro Méndez (Alamedilla, provincia de Granada).

Sector de La Rábita (Sierra de San Pedro)

Al noroeste de Alcalá la Real, provincia de Jaén, (hoja del Mapa Topográfico de España 1:50.000 n° 990, Alcalá la Real). En esta zona los materiales aalenianos afloran de forma casi continua en un área de unos 6 km de longitud, siguiendo el borde sur de la Sierra de San Pedro. En este sector, los puntos que reúnen condiciones adecuadas para levantar secciones estratigráficas nivel a nivel están localizados (fig. 2A) a unos 8 km de Alcalá la

Real, junto a la carretera que partiendo de esta localidad se dirige a las pedanías de San José y La Rábita, aproximadamente a 1,5 km del Cortijo de las Mimbres. En este área hemos levantado dos secciones parciales y complementarias (SP1 y SP2) que en su conjunto abarcan el Aaleniano medio-superior, aunque no se descarta la posibilidad de que esté también representada la parte terminal del Aaleniano inferior.

La sección SP1 (figs. 2A, 3), previamente publicada (Linares y Sandoval, 1992) se ha levantado siguiendo un pequeño barranco situado donde la carretera describe una curva muy cerrada. En esta sección los primeros niveles del Aaleniano, pertenecientes a la parte terminal de la Zona de Opalinum o, más probablemente, la base de la Zona de Murchisonae, están formados por 2 m de margas y margocalizas de color gris claro con escasos ammonites, las cuales descansan directamente sobre calizas liásicas, posiblemente Toarciense superior no terminal (Busnardo, 1962, 1979). A continuación existe un tramo de unos 4 m de litología similar, pero donde los niveles de margocalizas dominan sobre los margosos. Tras un tramo de unos 6 m de margas blancas con finas intercalaciones de margocalizas, los últimos 3 m de la sección, pertenecientes a la Subzona de Bradfordensis, vuelven a ser predominantemente margocalizos. En general toda la sección contiene ammonites, aunque en los niveles superiores de la Zona de Murchisonae éstos suelen ser más frecuentes.

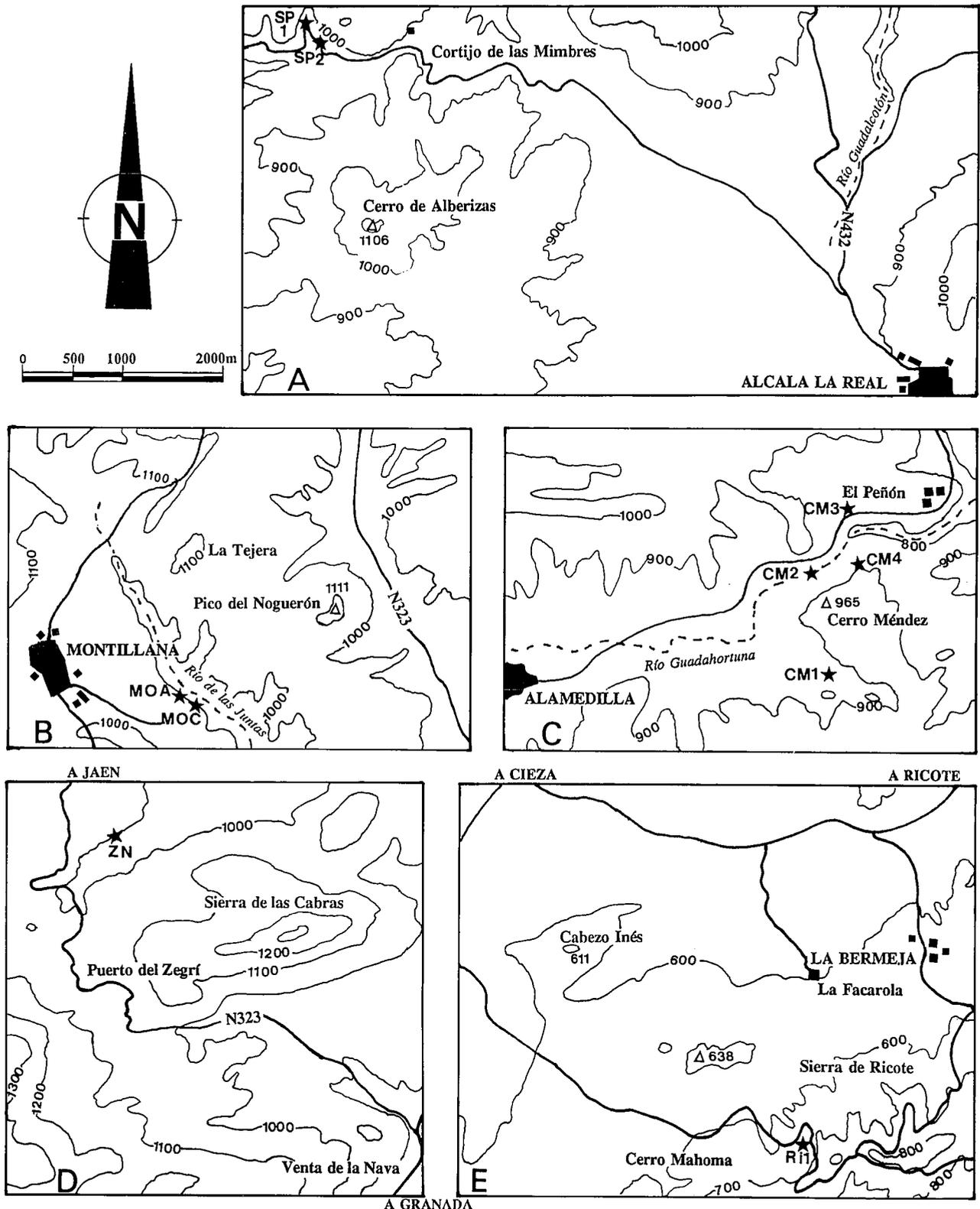


Figura 2.- Localización geográfica de las secciones estratigráficas más significativas muestreadas en el Aalenense de la Zona Subbética. A.- Sector de La Rábita (secciones SP1 y SP2). B.- Sector de Montillana (secciones MOA y MOC). C.- Sector de Cerro Méndez (secciones CM1, CM2, CM3 y CM4). D.- Sector del Zegrí Norte (sección ZN). E.- Sierra de Ricote (sección Ri1).

La sección SP2 (figs. 2A, 4) ha sido levantada siguiendo la carretera hacia Alcalá y los primeros niveles muestreados se sitúan unos 300 m al sureste de la base de la sección SP1. Los niveles inferiores de esta sección son equivalentes en edad a la parte terminal de la sección anterior. Los niveles siguientes, pertenecientes a la parte ter-

minial de la Subzona de Bradfordensis y la mayor parte de la Zona de Concavum, están formados por 7 m de una alternancia rítmica de margas y margocalizas grises en niveles que oscilan entre 15 y 30 cm de espesor, con fauna de ammonites que, aunque escasa, permite buenas dataciones. La parte terminal del Aalenense y la base del Ba-

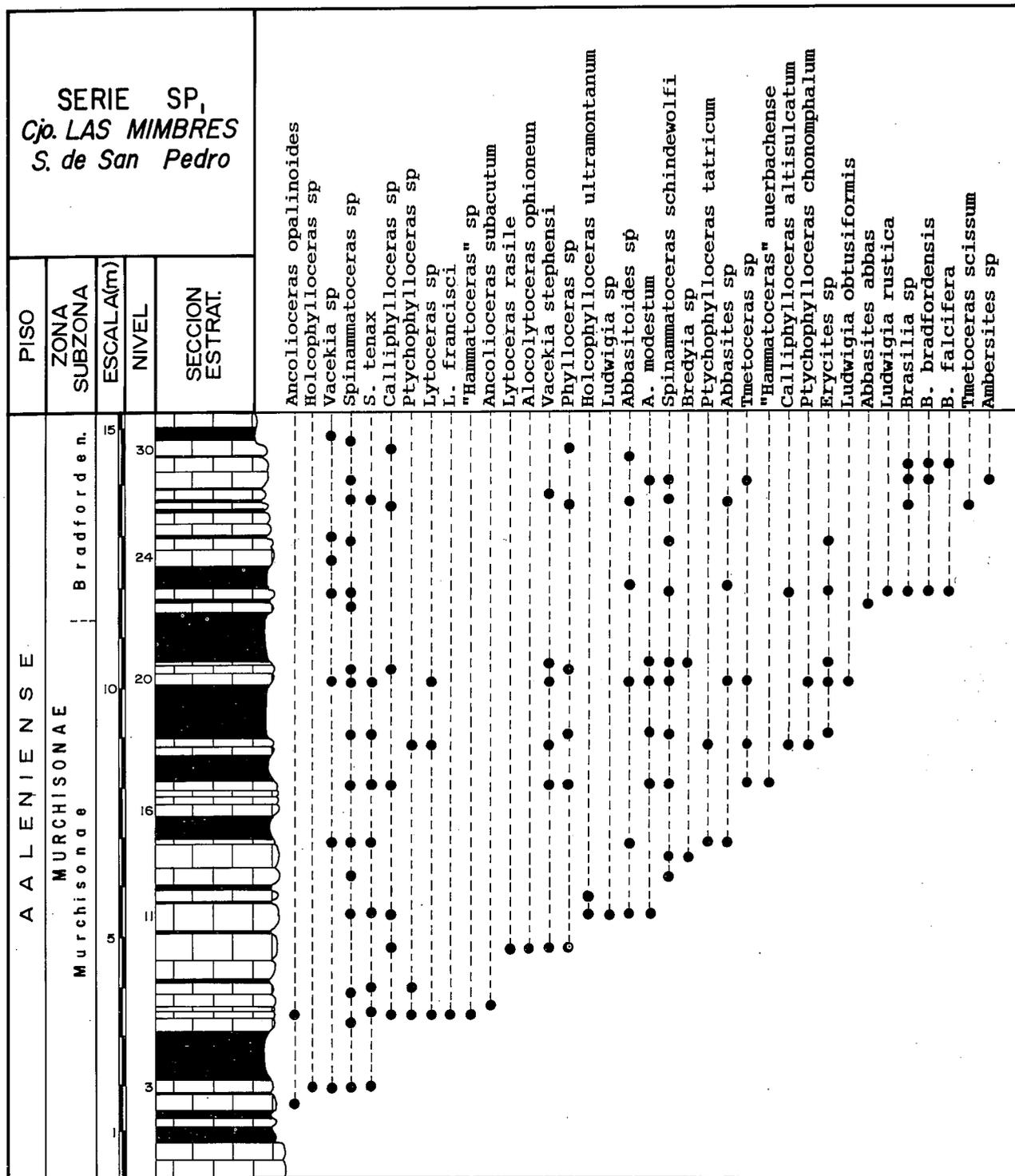


Figura 3.- Columna estratigráfica y distribución de la fauna de ammonites de la sección SPI, Cortijo de las Mimbres, sector de La Rábita.

jociense están formados por unos 2 m de margas con pequeñas intercalaciones de margocalizas en facies "ammonítico rosso" que pasan progresivamente a alternancia de margas y calizas grises y posteriormente a calizas con sílex.

Sector de Montillana-Alta Coloma-Montejicar

Está situado en la transversal Jaén-Granada a 50 km de esta última ciudad (hoja del Mapa Topográfico de España 1:50.000, nº. 969, Valdepeñas de Jaén). El levantamiento de los perfiles MOA y MOC (figs. 2B, 5 y 6) se ha reali-

zado en las proximidades del pueblo de Montillana, en un camino que comienza al E del pueblo y lleva al Rfo de Las Juntas. La sección MOA se ha levantado aprovechando una serie monoclinial que aflora en las laderas del camino, a unos 300 m del cauce del río. El perfil MOC está localizado en las inmediaciones del perfil MOA, en un barranco perpendicular al citado camino, y que repite, en su mayor parte, la sucesión estratigráfica de aquel.

La Sección MOA (fig. 5) tiene aproximadamente 15 m de potencia de margocalizas y margas en alternancia; los niveles varían en su espesor total, así como en la pro-

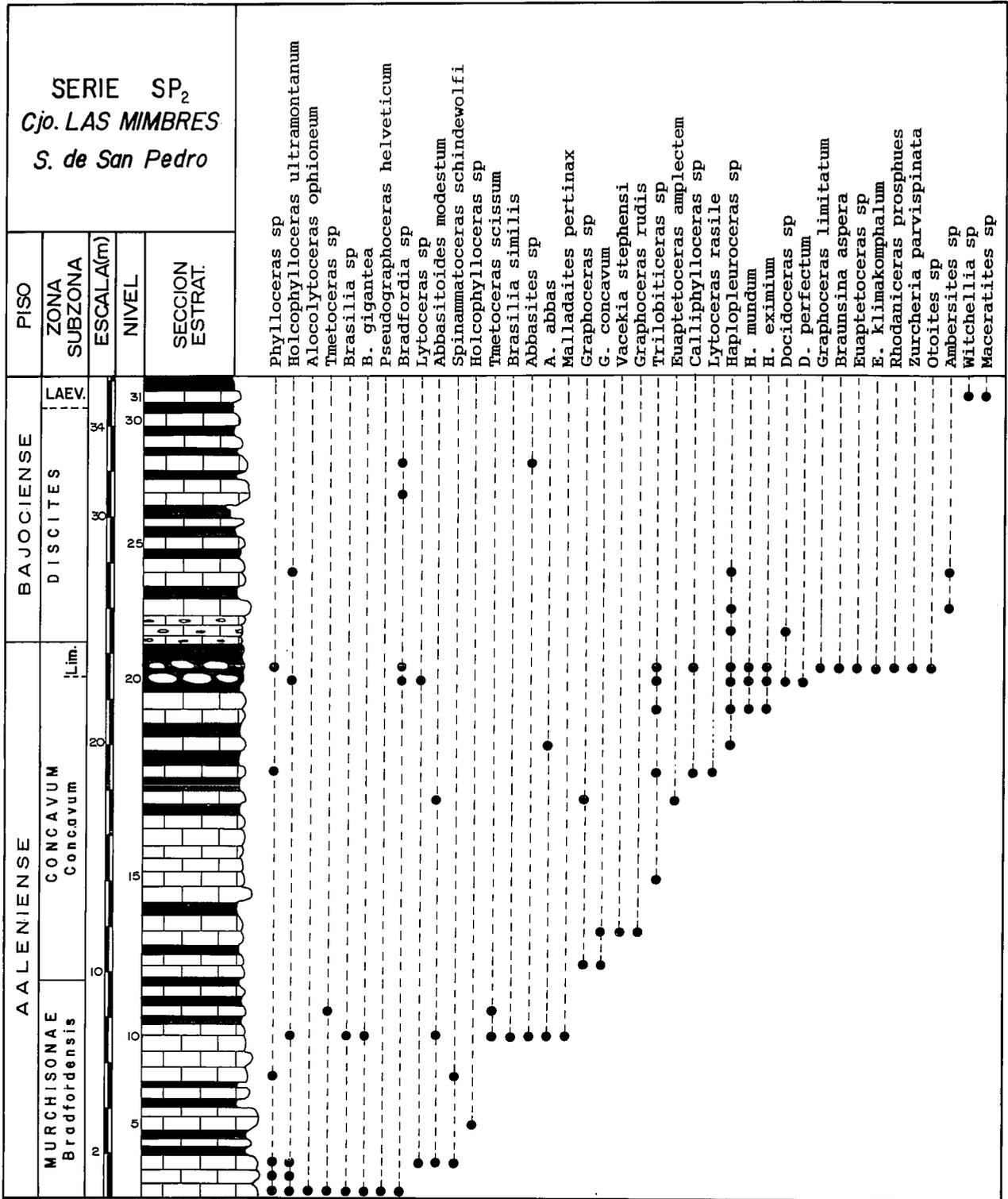


Figura 4.- Columna estratigráfica y distribución de la fauna de ammonites de la sección SP2, Cortijo de las Mimbres, sector de La Rábita.

porción margocaliza/marga. En la parte inferior de la sección, niveles 21-9, (la numeración está invertida) predominan las margas, en la superior, niveles 8-1, las capas de calizas se hacen dominantes. El límite inferior está cubierto por derrubios y terrenos de cultivo y el superior por un nivel de pillow-lavas y brechas volcánicas. La macrofauna está constituida predominantemente por ammonites, a los que se asocian pequeños bivalvos (*Bositra*), que pueden aparecer concentrados en ciertos nive-

les. Las asociaciones de ammonites han permitido reconocer el Aaleniese medio, Subzona de Bradfordensis y el Aaleniese superior, Subzona de Concavum.

La sección MOC (fig. 6) está constituida por una ritmita similar a la de la sección MOA. La potencia total es de unos 22 m, en capas cuyo espesor oscila entre 10 y 70 cm. La relación margocaliza/marga es muy variable de unos niveles a otros. En el tramo inferior (niveles 1-11) predominan las margas, posteriormente (capas 12-21),

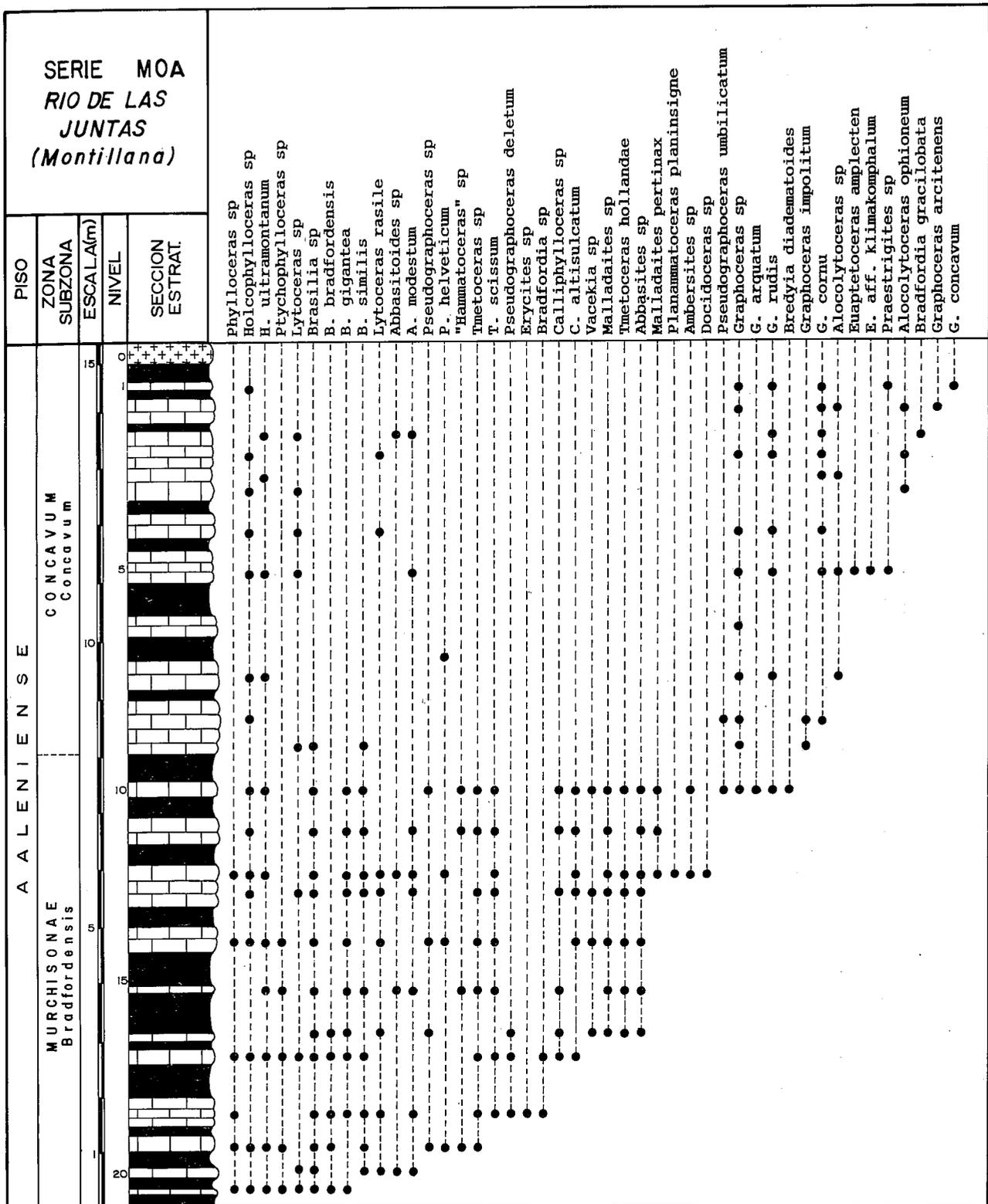


Figura 5.- Columna estratigráfica y distribución de la fauna de ammonites de la sección MOA, Río de las Juntas, sector de Montillana.

las margocalizas, y en la parte terminal, niveles 22-24, las margas vuelven a ser dominantes. Aunque el muro no es visible en este punto, los materiales del Aalenense descansan sobre margas blancas de edad Toarciense superior. La parte final de la sección muestreada está cubierta de tobas y derrubios. En esta sección se han reconocido el Aalenense medio, Subzona de Bradfordensis y

el Aalenense superior, Subzona de Concavum. La fauna está constituida esencialmente por ammonites y escasos bivalvos (*Bositra*).

Aunque en ninguna de las dos secciones muestreadas está representado el Aalenense terminal y el Bajociense basal, en puntos próximos tales como el Cortijo del Despeñadero, situado unos 900 m al SW de la sección MOA,

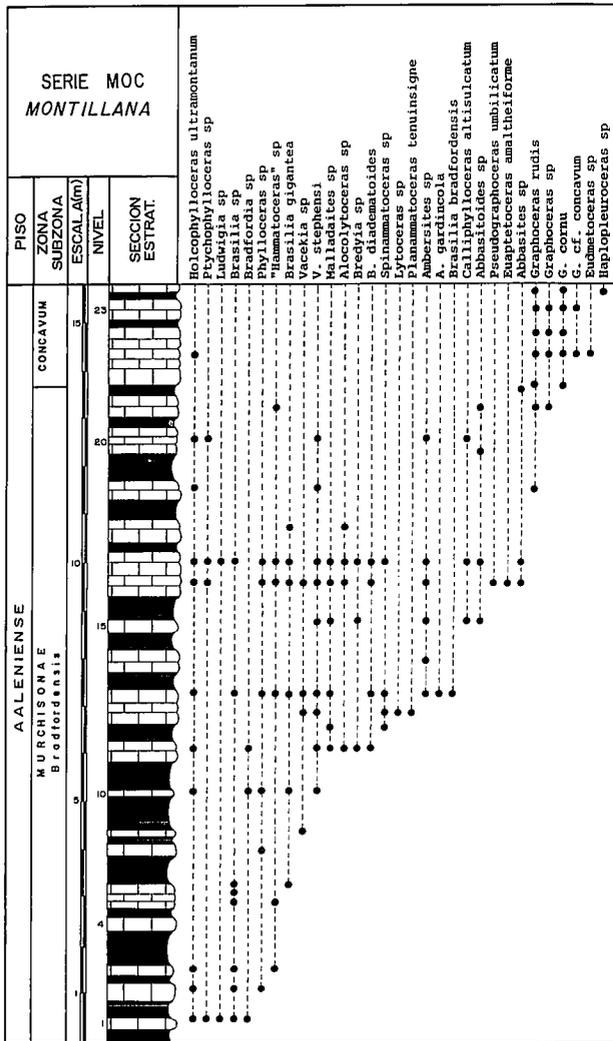


Figura 6.- Columna estratigráfica y distribución de la fauna de ammonites de la sección MOC, sector de Montillana.

el límite Aaleniese-Bajociense está representado en unos niveles con abundantes ammonites (García-Dueñas *et al.*, 1967) pero que no reúnen condiciones adecuadas para su muestreo nivel a nivel. También relativamente cerca de Montillana y en este sector está localizada la sección de Agua Larga la cual fue propuesta por Linares y Sandoval (1990) como estratotipo para el límite Aaleniese-Bajociense.

Sector de Cerro Méndez

Está situado en el norte de de la provincia de Granada y sur de la provincia Jaén (hoja del Mapa Topográfico de España 1:50.000 n° 970, Huelma), (figs. 1, 2C). Es el único sector de la parte central de la Cordillera Bética en el que hemos identificado en continuidad estratigráfica las tres zonas del Aaleniese y en el que aparece bien representado el Aaleniese inferior.

El primer estudio sobre el límite Toarciense-Aaleniese realizado en la Cordillera Bética fué llevado a cabo en este sector (Linares y Rivas, 1973). Recientemente, García-Gómez *et al.* (1991), han estudiado con gran detalle este límite en varios puntos de la cordillera, entre ellos el anteriormente citado (CM1), el cual ofrece con-

diciones adecuadas para ello. El límite Aaleniese-Bajociense está mal representado, la escasez de fauna de ammonites y las malas condiciones de afloramiento hacen difícil su trazado. En algunas de las secciones estudiadas han sido reconocidas las zonas de Opalinum, Murchisonae y Concavum. Tres de las secciones levantadas en este sector -CM1, CM2 y CM4- se localizan al norte de la provincia de Granada, en el término municipal de Alamedilla, en el margen sur del Río Guadahortuna. La sección CM3 está situada en el mismo sector pero en la ladera norte del citado río.

La sección CM1 (figs. 2C y 7) se encuentra en un barranco del margen sur del Río Guadahortuna, aproximadamente 3 km al E. de Alamedilla y unos 700 m al S. de la cima de Cerro Méndez. Los materiales aalenieses tienen unos 20 m de potencia y presentan notables cambios de facies. Los primeros niveles del Aaleniese se apoyan sobre dos niveles de calizas nodulosas que han dado ammonites del Toarciense superior (Zona de Aalensis). A continuación se encuentra un conjunto formado por varios niveles, de espesor variable, de margocalizas y margas grises con predominio de éstas últimas, con escasos ammonites y abundantes *Zoophycos*. Sigue un segundo intervalo (niveles 39-51) de los mismos materiales en alternancia rítmica muy regular, en los que se han hallado ammonites de la parte superior del Aaleniese inferior, Subzona de Comptum y parte inferior de la Subzona de Murchisonae. A continuación se encuentra un tramo de calizas nodulosas rojas, de aproximadamente 5 m de potencia, en el que están representadas la parte superior de la Subzona de Murchisonae y parte de la Subzona de Bradfordensis. Inmediatamente después sigue un tramo alternante de margas y margocalizas, rojizas al principio y después grises, en las que se han encontrado, en la fracción rojiza, ammonites característicos de la parte terminal de la Subzona de Bradfordensis y en la fracción gris formas de la Zona de Concavum. El contenido paleontológico de esta sección está formado esencialmente por ammonites, *Zoophycos* y algunos bivalvos (*Bositra*).

La sección CM2 (figs. 2C y 8) se ha levantado en el cauce del Río Guadahortuna, aproximadamente a 1200 m al N de la sección CM1 y unos 4 km al E de Alamedilla. Litológicamente está formada por margocalizas arcillosas grises amarillentas en alternancia con margas grises oscuras. El conjunto, bastante homogéneo, presenta una potencia mínima observable de 13 m. El límite inferior es un contacto mecánico y el superior está cubierto por derrubios. Las asociaciones de fósiles están dominadas por ammonites, a los que se unen algunos bivalvos (*Bositra*), escasos belemnites y abundantes *Zoophycos*. Las zonas de Opalinum y Murchisonae están bien representadas, si bien ésta última tiene doble potencia que aquélla.

La sección CM3 (figs. 2C y 9) se ha levantado en la ladera norte del valle del Río Guadahortuna, siguiendo el camino viejo hacia el Cortijo del Peñón. En este lugar los materiales del Aaleniese presentan una potencia aproximada 37 m y están formados por calizas grises azuladas y margas grises oscuras en alternancia, bien estratificadas. La potencia de los bancos calizos oscila entre 10 y 50 cm y el espesor de los niveles de margas es muy variable, pudiendo llegar a desaparecer en algunos

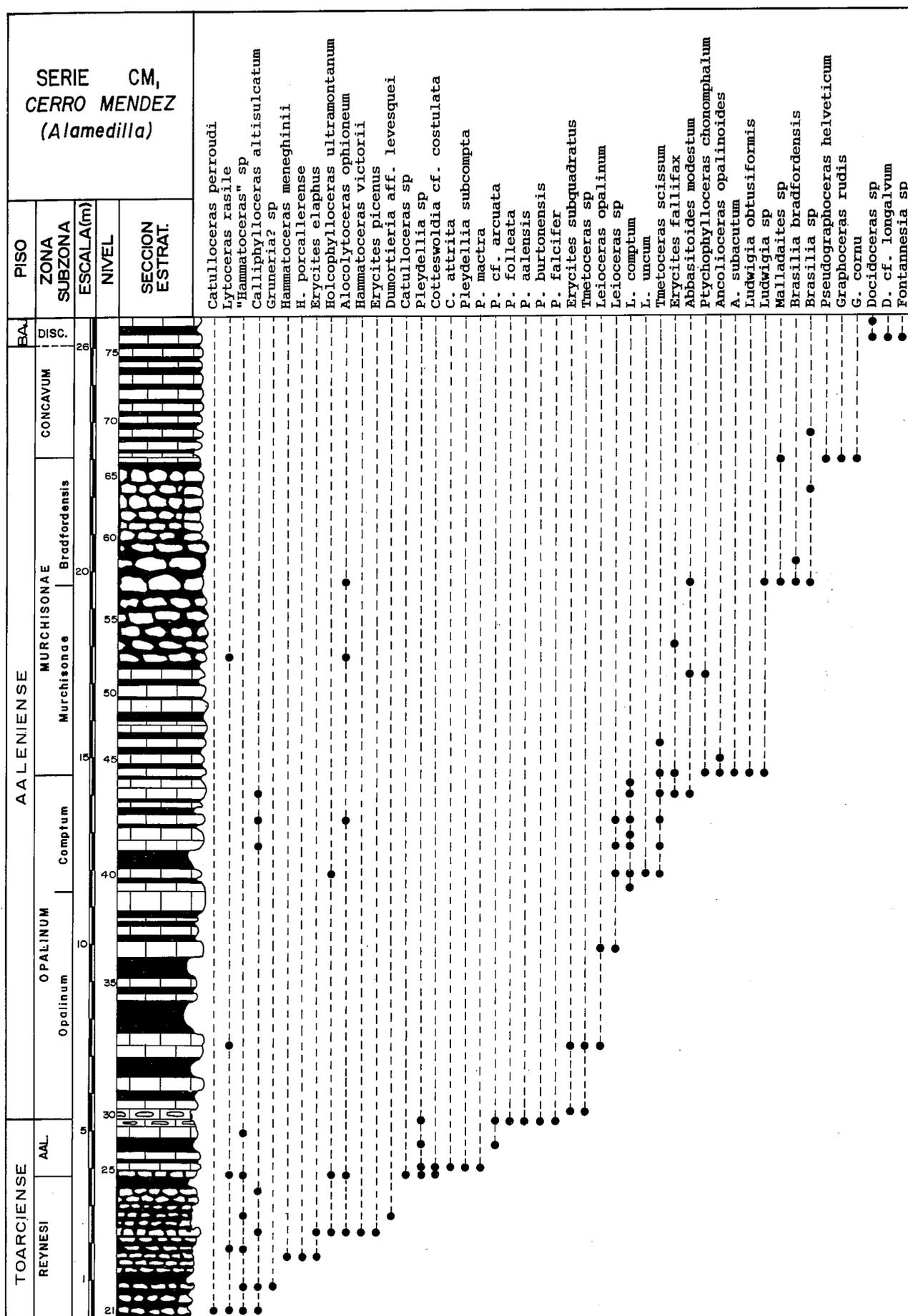


Figura 7.- Columna estratigráfica y distribución de la fauna de ammonites de la sección CM1, sector de Cerro Méndez

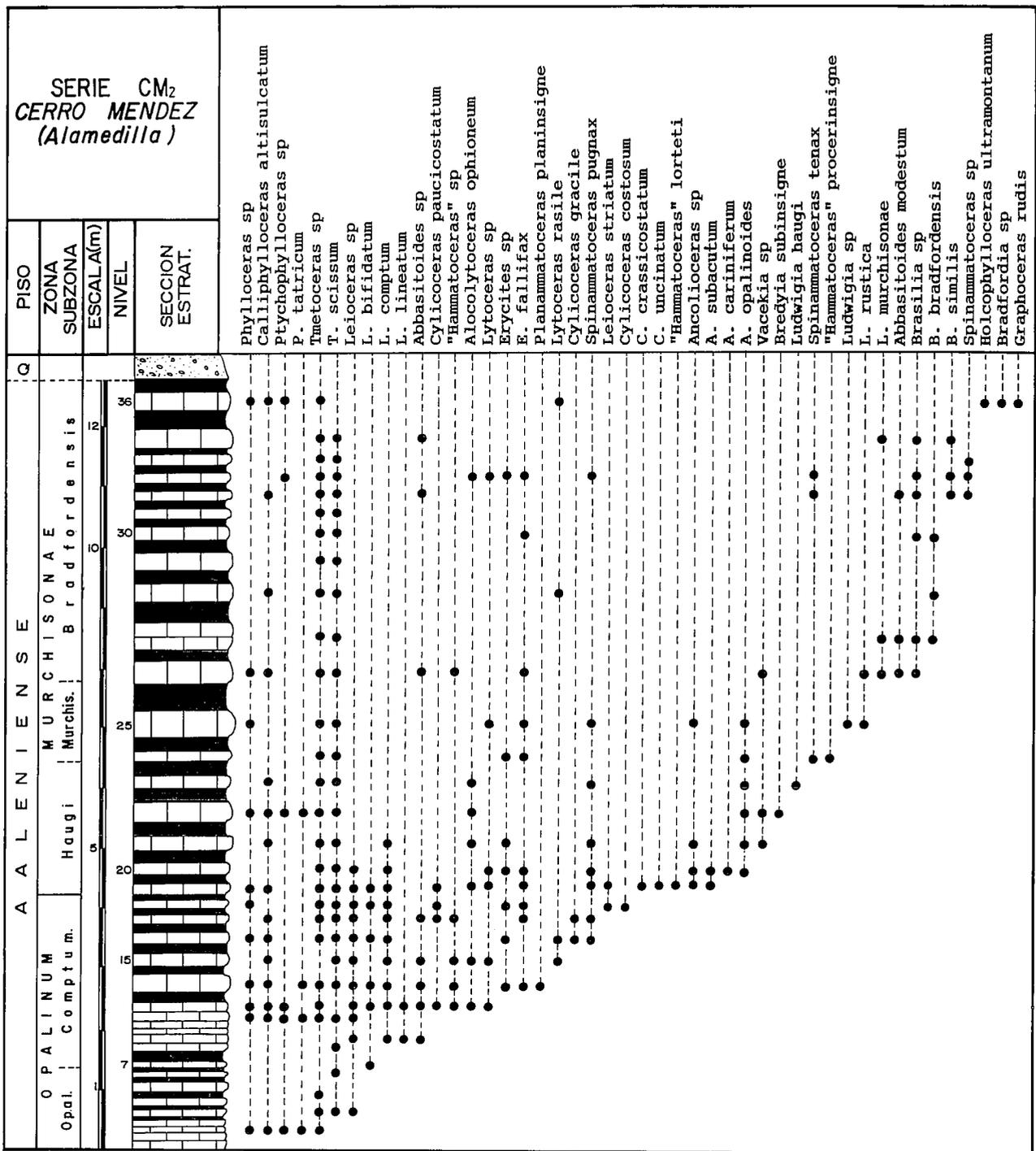


Figura 8.- Columna estratigráfica y distribución de la fauna de ammonites de la sección CM₂, sector de Cerro Méndez.

casos. Se han identificado el Aalenense inferior, medio y superior, este último poco desarrollado y muy poco fosilífero. La parte inferior de la sección se encuentra parcialmente cubierta pero en puntos próximos, donde el Aalenense no presenta condiciones de muestreo, aparecen "in situ" materiales del Toarciense medio-superior. En los primeros niveles aalenenses (0-9) predominan las margas sobre las calizas; desde el nivel 10 al 18, la potencia de las capas calizas tiende a igualar a la de las margas; después, aumentan de nuevo las margas (niveles 19-23) y en las tres últimas capas del Aalenense inferior dominan las calizas. El Aalenense medio muestra una

ritmicidad similar a la del Aalenense inferior. El Aalenense superior, más margoso, muestra estratificación no muy buena. En la Zona de Discites aparecen niveles de calizas con sílex muy pobres en fauna (*Haplopleuroceras* y *Euhoplloceras*). Las asociaciones de macrofósiles, como en todos los perfiles del sector, están compuestas esencialmente por ammonites, bivalvos y algunos icnofósiles (*Zoophycos* y *Chondrites*).

La sección CM₄ (figs. 2C y 9) tiene características similares a la sección CM₂ y una potencia aproximada de 50 m (no se excluye que haya alguna repetición, no detectable por medio de la fauna, originada por pequeñas

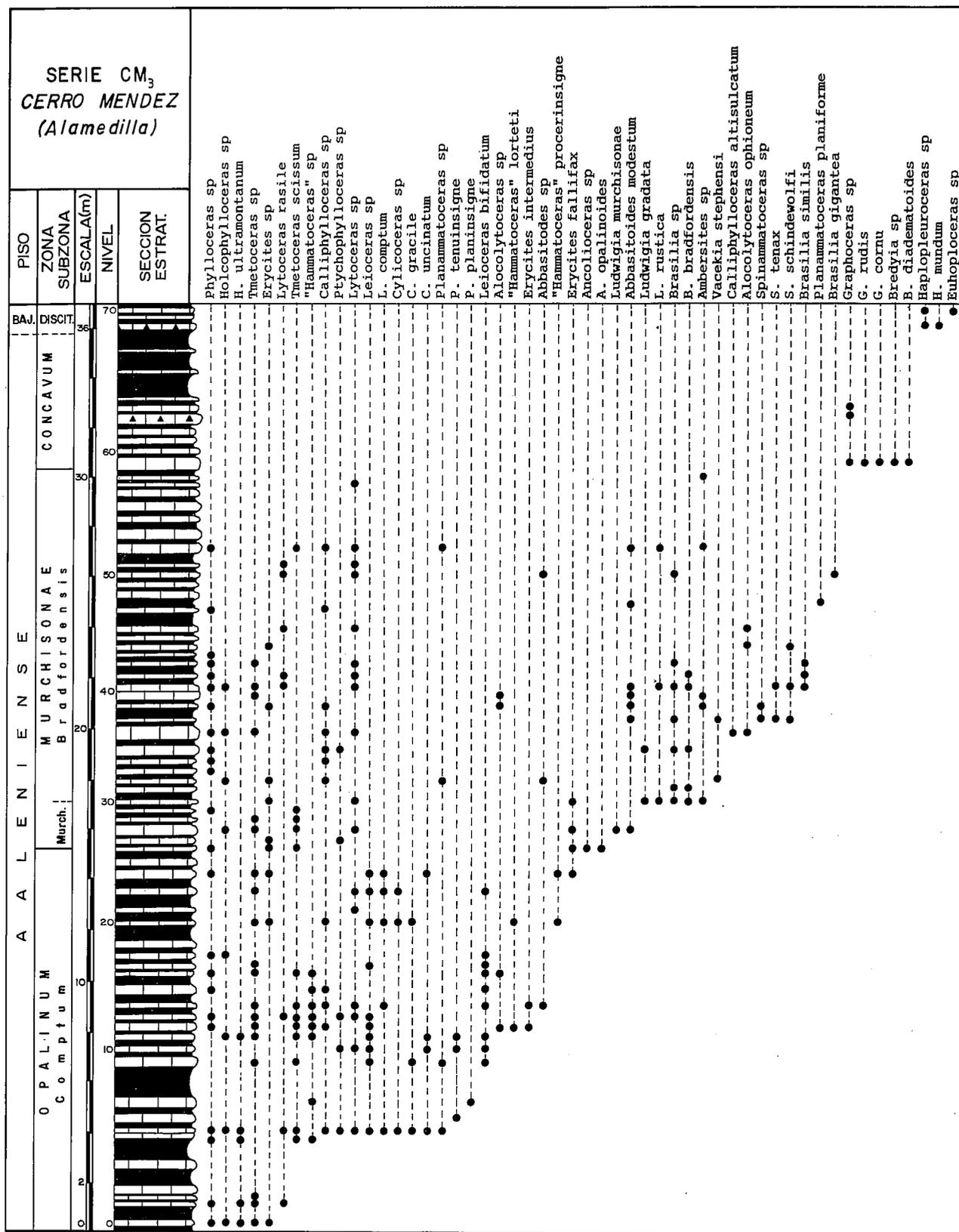


Figura 9.- Columna estratigráfica y distribución de la fauna de ammonites de la sección CM3, sector de Cerro Méndez.

fallas). La sección está limitada en su parte inferior por una discordancia tectónica que pone al descubierto materiales del Toarciense superior. En esta sección se ha muestreado el Aalenense inferior y medio; el Aalenense superior es probable que también esté representado pero las dificultades de acceso a la parte terminal del

afloramiento impiden su muestreo. Los materiales del Aalenense comprenden una alternancia de margas, margocalizas y calizas arcillosas grises, predominando en algunos tramos las margas (parte superior de la Subzona de Opalinum, en la Subzona de Comptum y parte inferior de la Zona de Murchisonae y Subzona de Bradfor-

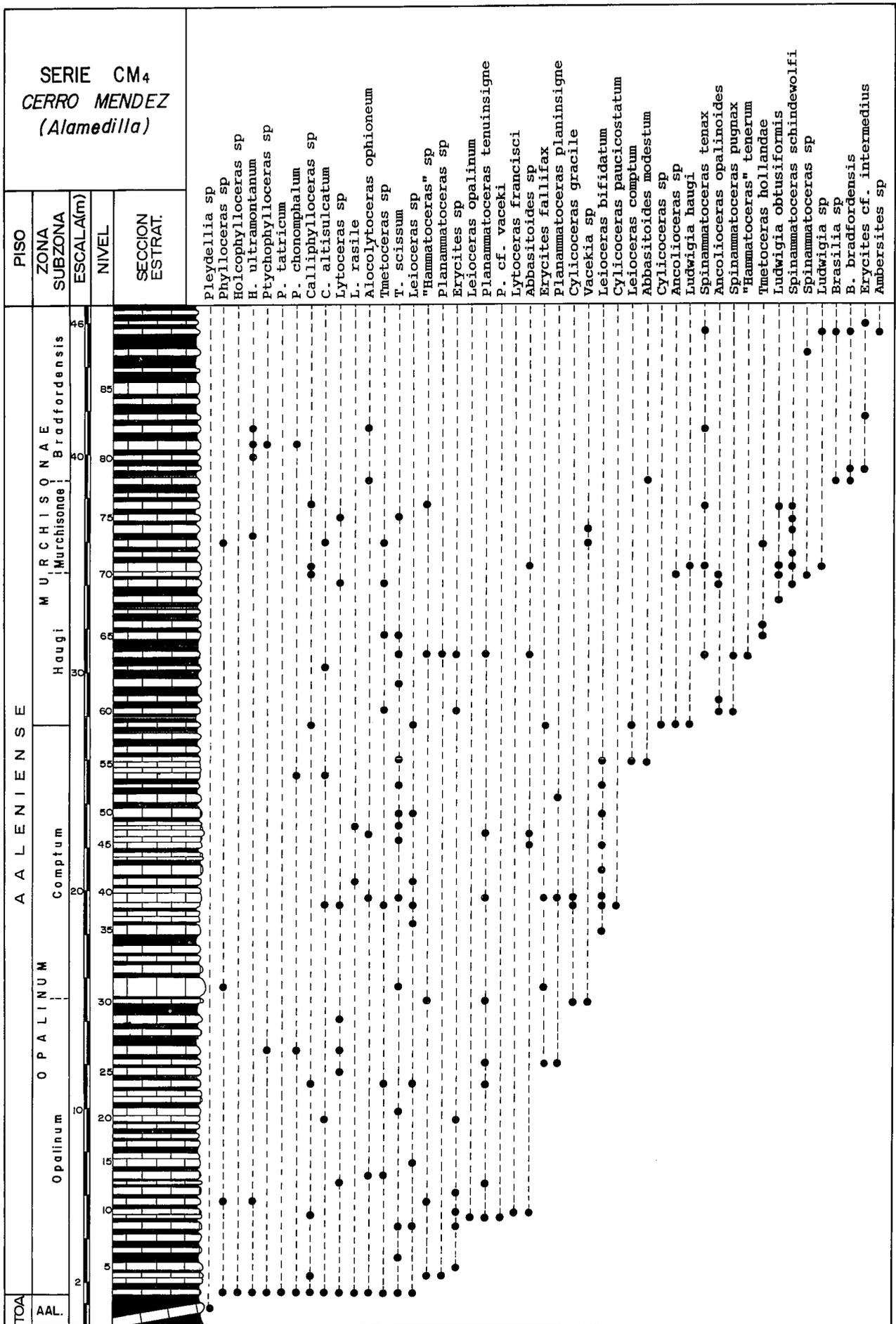


Figura 10.- Columna estratigráfica y distribución de la fauna de ammonites de la sección CM4, sector de Cerro Méndez.

densis). El contenido fósil es el mismo que el de las demás secciones del sector, es decir, dominio de ammonites y presencia minoritaria de bivalvos e icnofosiles.

Area del Puerto del Zegrí

En el área del Puerto del Zegrí (hoja del Mapa Topográfico de España 1:50.000, nº 991, Iznalloz), situada en la transversal Jaén-Granada, a unos 35 km de esta última ciudad (figs. 1 y 2D), existen afloramientos de materiales jurásicos (Jurásico inferior - medio) en facies "ammonítico rosso" donde localmente aparecen materiales de edad Aalenense.

La sección del Zegrí Norte (figs. 2D y 11) ha sido levantada en un pequeño afloramiento situado a unos 500 m hacia el E del Km 393 del antiguo trazado de la carretera N 323, al NE del Cortijo del Zegrí. En este punto el Aalenense inferior y medio tiene en conjunto aproximadamente 3 m de potencia. La facies es de margas y calizas nodulosas rojas ("ammonítico rosso") en niveles que oscilan entre 10 y 40 cm de espesor. En este tramo, los ammonites son abundantes y característicos. Se aprecia un pequeño hiato sedimentario a nivel del Toarciense terminal y del Aalenense basal. A partir de la base de la Zona de Concavum, donde la fauna de ammonites es muy escasa, existen alternancias de margas silíceas y calizas con sílex que posteriormente pasan a radiolaritas.

la y Ricote, provincia de Murcia) (figs. 1 y 2D) son frecuentes los afloramientos de materiales aalenenses, especialmente en los sectores central y occidental en los que hemos realizado diferentes muestreos. Entre estos afloramientos hemos elegido para hacer un análisis detallado una sección próxima a las ruinas de la antigua casa forestal de Mahoma, junto al camino que partiendo del Campo de Cagitán se dirige hasta Ricote atravesando toda la Sierra (figs. 2D y 12). En este punto es posible levantar la serie completa con un contenido en ammonites, más o menos abundante, desde el Toarciense inferior hasta el Bajociense basal. En esta sección los materiales del Toarciense terminal (Zona de Aalensis, Subzona de Buckmani) y del Aalenense basal (Subzona de Opalinum) están formados por aproximadamente 6 m de una alternancia rítmica de margas y margocalizas en niveles que oscilan entre 10 y 50 cm, con predominio de los niveles margosos sobre los calizos. Estos últimos contienen concreciones limoníticas y gran cantidad de *Zoophycos*, sin embargo la fauna de ammonites es escasa y poco representativa. La parte inferior de la Subzona de Comptum está constituida por 2 m de calizas gris-crema, a veces tableadas, con finas intercalaciones margosas, donde la fauna de ammonites es abundante y característica. Tras un pequeño tramo predominantemente margoso correspondiente a la parte terminal de la Zona de Opalinum, la sección estratigráfica se hace monótona con niveles de margas y calizas grises de espesor casi equivalente que oscila entre 15 y 35 cm. Este tramo tiene un espesor total de unos 30 m, y su contenido fósil, aunque no es muy abundante, permite datar el Aalenense medio y parte del Aalenense superior. Los últimos niveles del Aalenense son más calcáreos y algo nodulosos y sobre ellos se apoyan las calizas con sílex del Bajociense. En varios puntos de la Sierra de Ricote se encuentran intercalaciones de rocas subvolcánicas en los materiales de esta edad.

En la Sierra de Pedro Ponce (hoja del Mapa Topográfico de España 1:50.000, Coy, provincia de Murcia), concretamente en las secciones de Rambla del Calvillo y Casa del Madroño (Seyfried, 1978), existen aproximadamente 20m de margas y margocalizas grises, más calca-reas hacia el techo, con ammonites que permiten caracterizar el Aalenense inferior (Subzona de Comptum) y el Aalenense medio-superior.

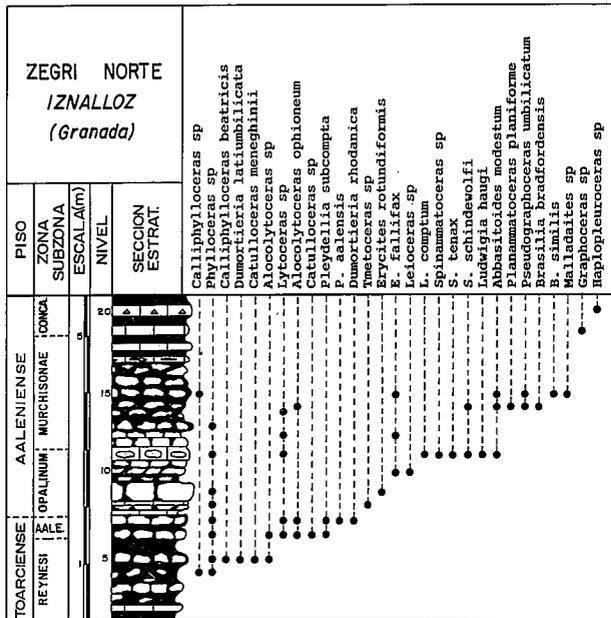


Figura 11.- Columna estratigráfica y distribución de la fauna de ammonites de la sección del Zegrí Norte.

El Aalenense en el Subbético Medio oriental: Sierras de Pedro Ponce y de Ricote.

Tanto en la Sierra de Pedro Ponce como en la Sierra de Ricote aparecen frecuentes afloramientos de materiales de edad Aalenense en facies pelágicas bien expuestas y con buena estratificación donde es posible levantar perfiles nivel a nivel.

En la Sierra de Ricote, (hoja del Mapa Topográfico de España 1:50.000, Mula; términos municipales de Mu-

El Aalenense en los umbrales subbéticos

Subbético Interno

Hasta ahora no existen apenas datos sobre la presencia de materiales aalenenses en el Subbético Interno. En las proximidades de Venta Quesada, Sierra Gorda, provincia de Granada (fig. 13) existe un pequeño afloramiento de unos 30 cm de espesor de calizas nodulosas con fauna de *Haplopleuroceras mundum* BUCKMAN, *Graphoceras limitatum* (BUCKMAN), *Abbasitoides sp.*, *Holcophylloceras ultramontanum* (NEUMAYR) y *Calliphylloceras sp.*, algunos de los cuales son característicos del Aalenense terminal. Este nivel se apoya sobre encrinitas con abundantes braquiópodos, posiblemente

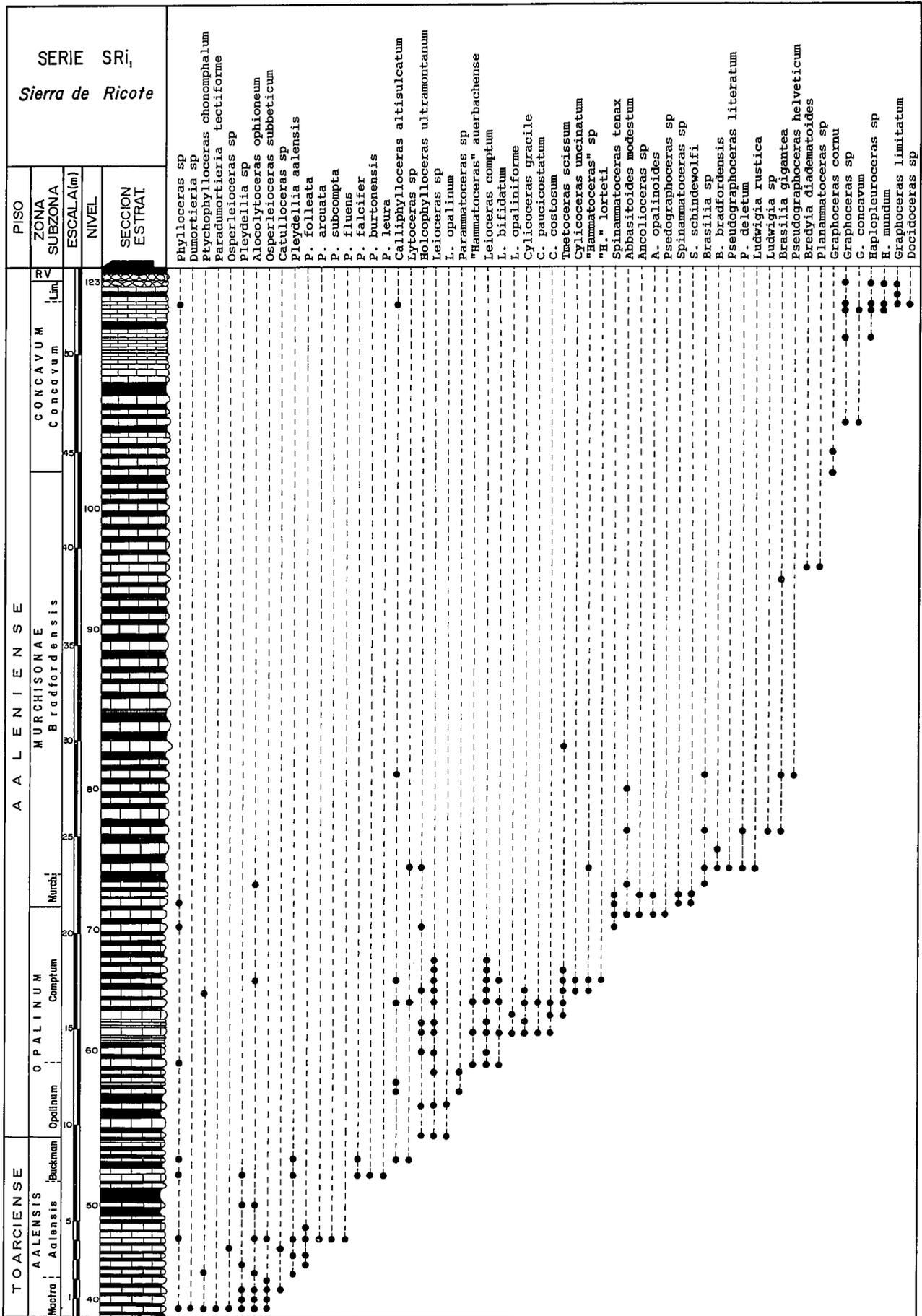


Figura 12.- Columna estratigráfica y distribución de la fauna de ammonites de la sección de Mahoma (SR1), Sierra de Ricote.

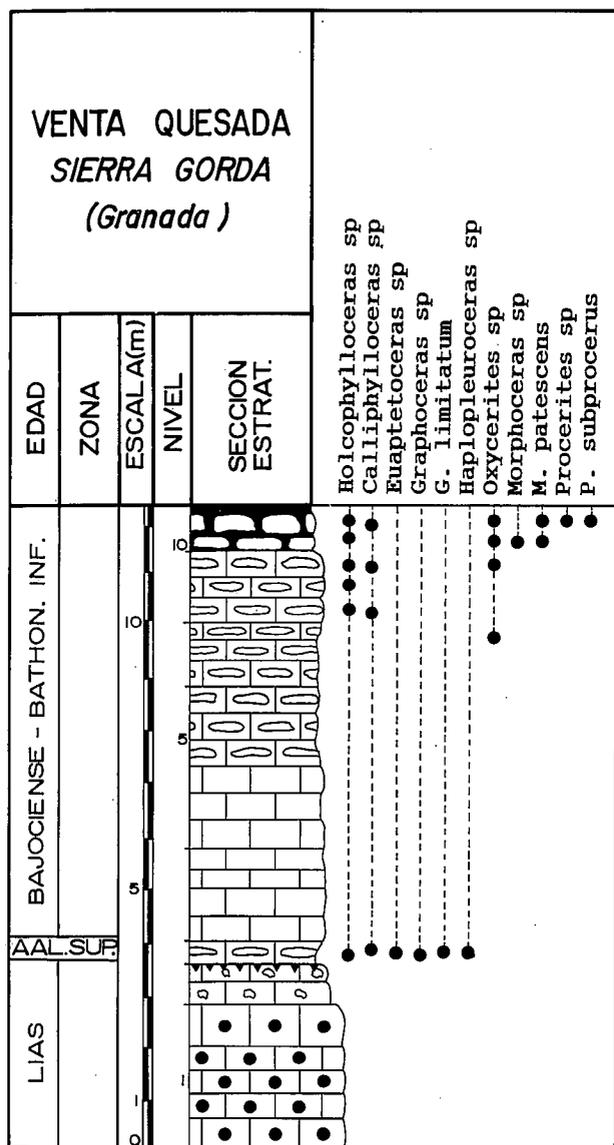


Figura 13.- Columna estratigráfica y distribución de la fauna de ammonites en la sección de Venta Quesada, Sierra Gorda.

del Lias medio (Sandoval, 1983) y acaba en un "hard ground" con costra ferruginosa, sobre el que aparecen calizas grises con filamentos del Bajociense? - Bathoniense.

En el área del Río Fardes, Subbético Medio, (fig. 14) existen grandes olistolitos de edad jurásica dentro de materiales cretácicos de la Formación Fardes (Hernández-Molina *et al.*, 1991). Los niveles inferiores de algunos de estos olistolitos están formados por calizas nodulosas con abundantes Phylloceratidae (*Calliphylloceras*, *Holcophylloceras* y *Ptychophylloceras*) junto con otros ammonites tales como: *Tmetoceras scissum* (BENECKE), *Malladaites pertinax* (VACEK), *Haplopleuroceras mundum* BUCKMAN, *H. eximium* GERARD, *Dodicoceras*, *Trilobiticeras*, etc. Estos niveles comprenden el Aalenense medio-superior y proceden probablemente, según Hernández-Molina *et al.*, (op. cit. p. 101), del Subbético Interno. Sobre los materiales aalenenses, y bajo facies bastante similares a las anteriores, se encuentran calizas nodulosas del Bajociense inferior.

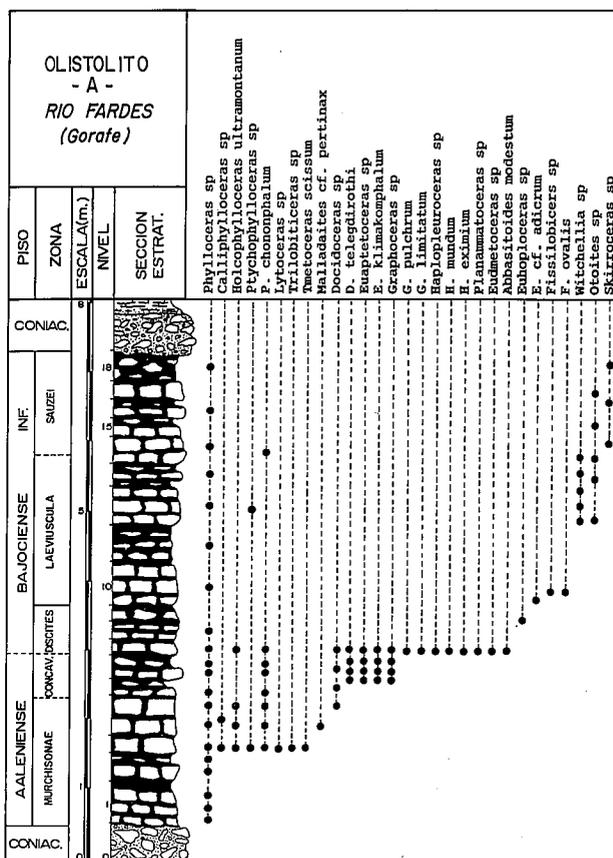


Figura 14.- Columna estratigráfica y distribución de la fauna de ammonites de uno de los principales olistolitos jurásicos en el área del Río Fardes.

Subbético Externo

En el Subbético Externo es posible encontrar abundantes afloramientos de materiales aalenenses, pero en casi todos los casos éstos suelen aparecer en secciones muy condensadas.

En el Cortijo Veteta, Sierra de Gaena, provincia de Córdoba, (fig. 1), (Sandoval, 1983) existe un nivel de unos 10-15 cm de espesor de calizas nodulosas con abundantes ammonites del Aalenense inferior y medio. Los materiales supra e infrayacentes a este nivel son muy poco fosilíferos (*Hammatoceratidae* ind.) por lo que resulta difícil determinar su datación, pero están situados sobre las calizas nodulosas de la base del Toarciense superior y por debajo de las calizas oolíticas y con sílex del Bajociense inferior. En el arroyo de la Losilla, dentro del mismo sector, (Sandoval, 1983) se encuentran *Haplopleuroceras sp.* (Aalenense Terminal-Bajociense basal) en facies de calizas con sílex parcialmente nodulosas. Sin embargo en otros puntos de la Sierra de Gaena (Puerto Escaño, Cañada del Hornillo) los materiales del Bajociense inferior descansan directamente sobre el Toarciense.

Más hacia el este, en la Sierra del Ahillo, Alcaudete, (provincia de Jaén) el Aalenense aparece en un pequeño tramo de aproximadamente 4m de espesor de calizas nodulosas que en su parte media contienen fauna de *Malladaites sp.*, *Haplopleuroceras mundum* BUCKMAN y *Graphoceras sp.* La parte superior de este tramo noduloso suministra fauna típica del Bajociense basal (Sandoval, 1983).

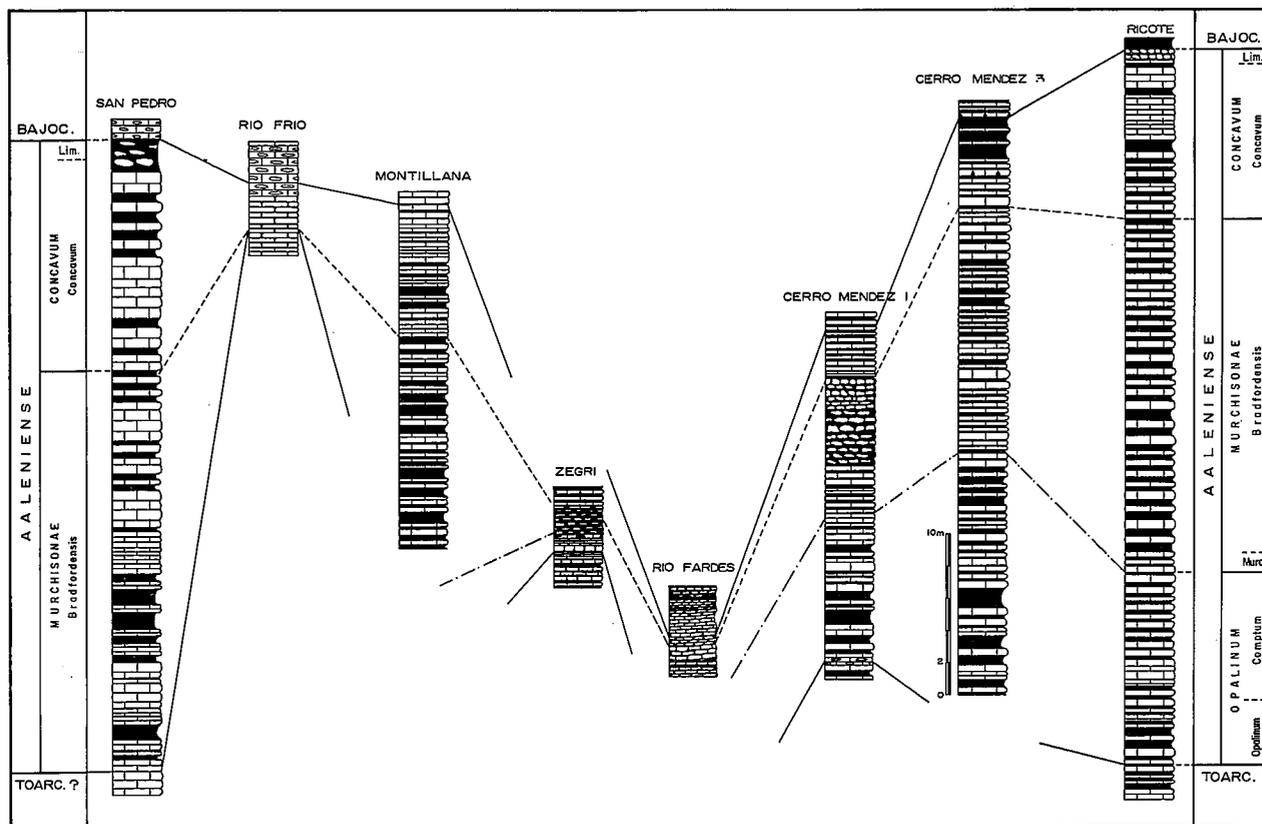


Figura 16.- Columnas estratigráficas esquemáticas y correlaciones de algunas de las secciones más significativas del Aalenense del Subbético.

Las zonas clásicas de Opalinum, Murchisonae y Concavum son fácilmente reconocibles y los límites entre ellas coinciden cronoestratigráficamente con los del Aalenense inferior, medio y superior. En algunas secciones es posible la subdivisión de estas zonas en subzonas e incluso, en ciertos casos, se puede llegar a diferenciar horizontes de gran interés bioestratigráfico.

Zona de Opalinum

Su base viene marcada por la aparición del género *Leioceras* que coincide con la extinción de *Pleydellia* y *Catulloceras*. Esta zona está representada únicamente en la sección de Ricote (SRi1), en el sector de Cerro Méndez y en el Zegrí. Los materiales presentan potencias que oscilan entre 27m (CM4) y poco más de 1m en el Zegrí Norte. En todos los perfiles levantados en estos sectores, excepto en el CM3, se han diferenciado las subzonas de Opalinum y Comptum, la primera con menor potencia que la segunda, salvo en el CM1 en el que ocurre lo contrario.

La Subzona de Opalinum es extremadamente pobre en ammonites. Los escasos *Leioceratinae* que se han encontrado, *Leioceras* cf. *opalinum* (REINECKE) y *L. lineatum* BUCKMAN, son pequeños y en general están mal conservados, no siendo fácil su determinación específica. En la parte meridional del Subbético medio (Zegrí Sur) se han encontrado algunos ejemplares grandes de *L. lineatum* BUCKMAN, especie tradicionalmente asignada a esta Subzona, en facies de calizas nodulosas rojas.

La Subzona de Comptum ha suministrado abundantes *Leioceratinae*, especialmente la parte superior, pre-

dominando las formas pseudocostuladas y/o costilladas. Entre las formas identificadas se cuenta con: *L. bifidatum* BUCKMAN, *L. plicatellum* BUCKMAN, *L. striatum* BUCKMAN, *L. comptum* (REINECKE), *Cyloceras paucicostatum* RIEBBER, etc. La especie más frecuente es *L. bifidatum* BUCKMAN, que se encuentra bien representada desde la base de la subzona y se hace más frecuente conforme se asciende en la secuencia. Finalmente pueden aparecer juntos *L. comptum* (REINECKE) y *L. crassicostatum* RIEBER, asociación que caracteriza la parte terminal del Aalenense inferior. En esta zona los *Hammatoceratinae* son bastante menos abundantes que los *Leioceratinae* (fig. 17A). En la parte superior de la Subzona de Comptum se han encontrado los primeros *Planammatoceras* (*P. planiforme* BUCKMAN, *P. planinsigne* (VACECK)), *Erycites fallifax* ARKELL, *Abbasitoides modestum* (VACEK) y *Spinammatoceras pugnax* (VACEK). Los *Hildoceratidae* están representados por los *Tmetoceratinae* que es el grupo más conspicuo: *Tmetoceras scissum* (BENECKE) supera el 20% de los ammonites de esta subzona y se hace especialmente abundante en la parte terminal de la misma que podría considerarse equivalente parcialmente a la Zona de Scissum de los autores ingleses (Callomon y Chandler, 1990). Entre los *Grammoceratinae*, *Vacekia*, bastante menos frecuente, hace su primera aparición en la parte terminal de esta subzona, aunque en otras regiones mediterráneas su presencia es más temprana (Elmi y Caloo, 1985). Con porcentajes relativamente bajos (fig. 17A) se encuentran también *Phylloceratina* y *Lytoceratina*, elementos típicamente mediterráneos.

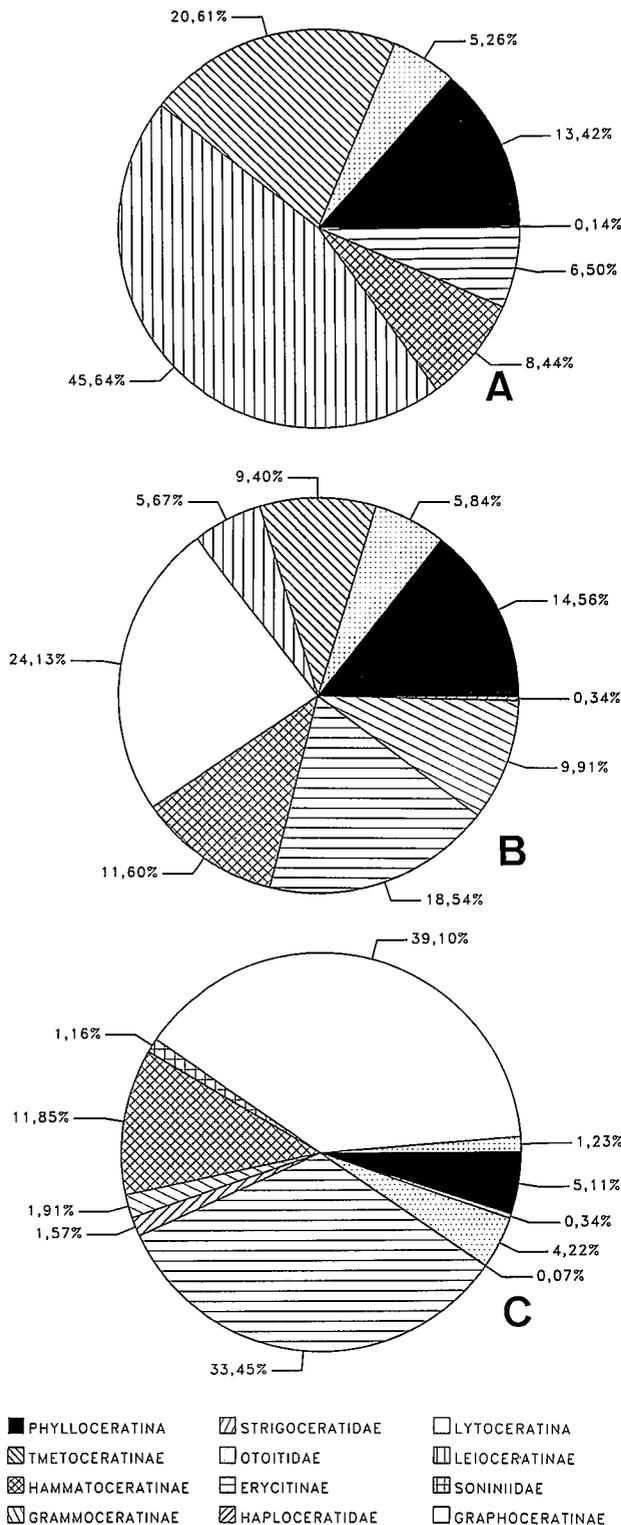


Figura 17.- Frecuencia relativa de los diferentes taxones de ammonites durante las tres zonas del Aalenense en la Cordillera Bética: Opalinum (A), Murchisonae (B) y Concaum (C).

Zona de Murchisonae

Está bien representada en los diversos sectores estudiados aunque muestra desigual potencia y ligeras variaciones en el contenido de ammonoideos en las distintas secciones muestreadas. La característica paleontológica más significativa de esta zona es la casi desa-

parición de los Leioceratinae y la aparición de los Graphoceratinae, la cual marca su base. En algunas secciones se ha podido identificar las subzonas de Haugi, Murchisonae y Bradfordensis. En ciertos casos el límite entre las dos primeras se ha establecido con reservas, debido a la escasez de Graphoceratinae; por el contrario, el límite entre la Subzona de Murchisonae o Haugi-Murchisonae y Bradfordensis es claramente reconocible.

La extrema base de la Subzona de Haugi está marcada por la primera aparición de *Ancolioceras opalinoides* (MAYER), el cual suele coexistir con *L. comptum* (REINECKE) y, a veces, con *L. crassicostatum* RIEBER, asociación bastante común en el límite Aalenense inferior-medio. La presencia de *Ancolioceras* en los primeros niveles de la Zona de Murchisonae es una constante en todas las secciones estudiadas; su rango estratigráfico, en ciertas secciones (CM2 y CM3), se prolonga hasta coexistir con el índice zonal. Los Graphoceratinae aparecen casi al mismo tiempo que *Ancolioceras*: las primeras formas registradas son *Ludwigia haugi* DOUVILLE (CM2 y CM4) y *L. obtusifomis* (BUCKMAN) (SP1, CM1 y CM4), la cual se distribuye entre las subzonas de Haugi y Murchisonae. En esta última los Graphoceratinae son muy escasos y su distribución geográfica muy desigual. Entre las formas encontradas figuran *Ludwigia murchisonae* (SOWERBY) (CM2 y CM3) y *Pseudographoceras literatum* BUCKMAN. En la Subzona de Bradfordensis -muy bien representada en todas las secciones aunque con potencias que oscilan entre 3 m (SP1) y 21 m (SR1)- los Graphoceratinae son más frecuentes y muestran mayor diversidad taxonómica y numérica, siendo *Brasilia bradfordensis* BUCKMAN la especie dominante. En asociación con la misma se ha encontrado *Pseudographoceras umbilicatum* BUCKMAN (MOA), su presumible dimorfo, y en niveles más altos *Brasilia similis* BUCKMAN y *B. gigantea* BUCKMAN (MOA y MOC); *Ludwigia rustica* (BUCKMAN) es relativamente frecuente en esta subzona.

Los Hammatoceratidae (Hammatoceratinae y Erycitinae) son el grupo dominante en la Zona de Murchisonae (34% frente a 24% de Graphoceratinae, fig. 17B). Dentro de los Erycitinae, el mayor número de ejemplares se ha encontrado en la Subzona de Murchisonae. Entre los géneros más característicos, son particularmente significativos, *Erycites*, *Abbasitoides* y *Spinammatoceras*. *Erycites fallifax* ARKELL alcanza su máxima frecuencia en esta zona. *Spinammatoceras tenax* (VACEK) es la especie dominante en algunos sectores. *Abbasitoides modestum* (VACEK), especie que se extiende a lo largo de casi todo el Aalenense, aparece en la Subzona de Comptum (CM1 y CM4) y se hace más frecuente en la Zona de Murchisonae encontrándose en sucesión continua a través de las subzonas de Haugi, Murchisonae y Bradfordensis. *Spinammatoceras pugnax* (VACEK), cuya primera aparición tiene lugar al final de la Subzona de Comptum, sigue estando presente en las subzonas de Haugi y Murchisonae (CM2 y CM4), siendo más frecuente en la primera que en la segunda; *S. schindewolfi* LINARES Y SANDOVAL y su dimorfo *S. tenax* (VACEK) se encuentran generalmente por encima de *S. pugnax* (VACEK). En el sector de La Rábita (SP1), ambos

taxones son muy frecuentes y muestran un registro continuo en las subzonas de Murchisonae y Bradfordensis alcanzando su acmé en la parte superior de la Subzona de Murchisonae. Otros géneros minoritarios son *Ambersites* y *Abbasites*; el primero se encuentra en la Subzona de Bradfordensis (MOA, MOC, CM3 y SP1) y su rango vertical alcanza el límite Aalenense medio-superior; *Abbasites*, para ciertos autores sinónimo de *Ambersites*, es más escaso. Se encuentra en los perfiles (SP1, SP2, MOA y MOC) y su distribución estratigráfica abarca parte de las subzonas de Murchisonae y Bradfordensis. *Malladaites* se ha encontrado en todas las secciones muestreadas, localizado en la parte superior de la Subzona de Bradfordensis y en la parte inferior de la Zona de Concavum, pero casi siempre se trata de un taxón minoritario. Los Hammatoceratinae son menos abundantes y menos diversificados que los Erycitinae en esta zona. Los géneros más frecuentes son *Planammatoceras* (*P. planinsigne* (VACEK) y *P. tenuinsigne* (VACEK)) y *Bredya* (*B. subinsigne* (OPPEL) y *B. diadematoides* (MAYER)), este último no muy abundante. Otras formas han sido reseñadas bajo la denominación de "Hammatoceras", ante la incertidumbre de no poderlos asignar a un taxón de los hasta ahora definidos. *Tmetoceras* se hace algo más escaso a partir de la Subzona de Haugi, continúa con frecuencia variable hasta la Zona de Concavum en la que se han encontrado pocos ejemplares. Entre los Grammocerotinae, *Vacekia* muestra una apreciable frecuencia y un registro continuo en esta zona, principalmente en los sectores de La Rábita (SP1) y Montillana (MOA y MOC). Finalmente, los Phylloceratina y Lytoceratina presentan frecuencias similares o ligeramente superiores a las existentes en la Zona de Opalinum.

Zona de Concavum

Esta zona viene definida por la aparición del género *Graphoceras* y en ella es posible diferenciar las subzonas de Concavum y Limitatum. La primera está caracterizada por la presencia de los primeros *Graphoceras* junto con *Malladaites* y la segunda por la aparición de *Graphoceras limitatum* (BUCKMAN) que suele estar asociado a *Haplopleuroceras*.

Esta zona no está en general bien representada en la Zona Subbética, pero ha sido identificada en la mayoría de las secciones estudiadas en el Subbético Medio (SP2, MOA, MOC, CM1, CM3, AQ1 y SR1). La mejor sección hasta ahora conocida con materiales de esta edad es la de Agua Larga, (cf. Linares y Sandoval, 1990). Sus buenas condiciones de exposición y continuidad sedimentaria han permitido el establecimiento del límite Aalenense-Bajociense. En este perfil se ha podido diferenciar con bastante precisión las subzonas de Concavum y Limitatum, hecho no frecuente en la mayoría de las secciones estudiadas.

En esta zona los principales grupos de ammonites continúan siendo los Graphoceratinae y los Hammatoceratidae (fig. 17C). Entre los primeros, *Graphoceras* (*M* y *m*) es el género más frecuente en la Subzona de Concavum y *Braunsina* y *Reynesella* lo son en la Subzona de Limitatum. Estas últimas formas aparecen asociadas a varias especies de *Graphoceras*: *G. limitatum* (BUCK-

MAN), *G. formosum* BUCKMAN, *G. pulchrum* (BUCKMAN) y *G. fallax* (BUCKMAN). Entre los Hammatoceratidae se han identificado *Euaptetoceras amplexatens* (BUCKMAN), *E. infernense* (ROMAN), *E. klimacomphalum* (VACEK), *Eudmetoceras cf. masticonensis* ELMI, *E. prosphues* BUCKMAN, *Bredya diadematoides* (MAYER), *Abbasitoides modestum* (VACEK) y abundantes *Haplopleuroceras*. *Malladaites* es mucho más escaso que en la Zona de Murchisonae. Es conveniente resaltar que se han encontrado escasos representantes de *Fontannesia* y *Asthenoceras* de indudable interés biogeográfico (cf. Linares y Sandoval 1988). *Tmetoceras* y *Vacekia*, aunque muy exigüamente representados, muestran en la Subzona de Concavum su último registro. Los Otoitidae, representados por la pareja dimorfa *Docidoceras-Trilobiticeras*, llegan a ser relativamente frecuentes en algunas secciones. Los Phylloceratina y Lytoceratina se han hallado en esta zona en porcentajes significativamente más bajos que en la Zona de Murchisonae.

Posible alternativa a las zonaciones clásicas

La zonación del Aalenense de la Cordillera Bética como la de Europa del NW, la hemos basado en la distribución de los Graphoceratidae, es decir, hemos mantenido, con pequeñas modificaciones a nivel de subzona, el esquema zonal de Contini *et al.* (1971), ligeramente modificado por Contini *et al.* (1991). Sin embargo los Hammatoceratidae, especialmente los Erycitinae, también podrían ser utilizados en aquellas áreas de la Región Mediterránea en las que los Graphoceratidae son escasos y, en cambio, los Erycitinae y Hammatoceratinae son frecuentes como ocurre habitualmente en la Zona de Murchisonae. Así pues, y basándonos simplemente en taxones típicamente mediterráneos proponemos un esquema zonal (fig. 18) que abarca todo el Aalenense, excepto la parte inferior de la Zona de Opalinum, y que es fácilmente correlacionable con las zonas utilizadas que están basadas en la distribución vertical de Leioceratinae y Graphoceratinae.

Biozona de Erycites fallifax: su base viene marcada por el primer registro de la especie índice que a su vez coincide con la aparición de *Spinammatoceras pugnax* (VACEK) y *Abbasitoides modestum* (VACEK). Su abundancia y distribución casi continua en la parte superior del Aalenense inferior y sobre todo en la parte inferior del Aalenense medio hacen de *Erycites fallifax* ARKELL el mejor índice zonal para dicho intervalo de tiempo. Esta biozona (fig. 18) coincide aproximadamente con las subzonas de Comptum y Haugi de las zonaciones establecidas con Graphoceratidae.

Biozona de Spinammatoceras schindewolfi: el límite inferior de esta biozona está definido por la aparición de la pareja dimorfa *Spinammatoceras tenax* (VACEK) y *S. schindewolfi* LINARES y SANDOVAL. *Vacekia stephensi* BUCKMAN, ya existente en la biozona inferior, es otro elemento mediterráneo muy abundante en esta biozona lo mismo que *Abbasitoides modestum* (VACEK). *Bredya diadematoides* (MAYER), *Abbasites* y *Ambersites* tienen aquí su primer registro. Esta biozona es corre-

Zonación basada en Graphoceratidae		Zonación basada en elementos mediterráneos	
ZONA	Subzona	ZONA	Biohorizonte
CONCAVUM	Limitatum	MUNDUM	Longalvum
	Concavum		Amplectens
MURCHISONAE	Bradfordensis	PERTINAX	PERTINAX
	Murchisonae		
	Haugi		
OPALINUM	Comptum	FALLIFAX	FALLIFAX
	Opalinum		

Taxones	Limitatum	Concavum	Bradfordensis	Murchisonae	Haugi	Comptum	Opalinum
<i>Imetoceras scissum</i>	Present	Present	Present	Present	Present	Present	Present
<i>Vacekia stephensi</i>	Present	Present	Present	Present	Present	Present	Present
<i>Abbasites modestum</i>	Present	Present	Present	Present	Present	Present	Present
<i>Eryctes fallifax</i>	Present	Present	Present	Present	Present	Present	Present
<i>Plannamatoceras tenax</i>	Present	Present	Present	Present	Present	Present	Present
<i>S. schindewolfi</i>	Present	Present	Present	Present	Present	Present	Present
<i>Bredya diadematoides</i>	Present	Present	Present	Present	Present	Present	Present
<i>Abbasites spp.</i>	Present	Present	Present	Present	Present	Present	Present
<i>Ambersites spp.</i>	Present	Present	Present	Present	Present	Present	Present
<i>Malladaites pertinax</i>	Present	Present	Present	Present	Present	Present	Present
<i>M. vaceki</i>	Present	Present	Present	Present	Present	Present	Present
<i>M. striatum</i>	Present	Present	Present	Present	Present	Present	Present
<i>Euaptetoceras amplectens</i>	Present	Present	Present	Present	Present	Present	Present
<i>Haplopleuroceras spp.</i>	Present	Present	Present	Present	Present	Present	Present
<i>Euap. klimakomphalum</i>	Present	Present	Present	Present	Present	Present	Present
<i>Docidoceras "gr." longalvum</i>	Present	Present	Present	Present	Present	Present	Present

Figura 18.- Distribución bioestratigráfica de los taxones de ammonites mediterráneos mas característicos registrados en la Zona Subbética: zonación establecida en base a dichos taxones y correlación con las zonación utilizada basada en la distribución de Graphoceratidae.

lacionable (fig. 18) con la Subzona de Murchisonae y la parte inferior de la Subzona de Bradfordensis de las zonas standard.

Biozona de *Malladaites pertinax*: su base viene definida por la aparición de la pareja dimorfa *Malladaites pertinax* (VACEK) y *M. vaceki* LINARES y SANDOVAL. *Bredya diadematoides* (MAYER) y los géneros *Abbasites* y *Ambersites* son elementos relativamente comunes en esta biozona. *Malladaites pertinax* (VACEK) y *M. vaceki* LINARES y SANDOVAL aparecen aproximadamente en la parte media de la Subzona de Bradfordensis y pasan a la parte inferior de la Zona de Concavum.

Biozona de *Haplopleuroceras mundum*: La base de esta biozona viene marcada por la aparición del género *Haplopleuroceras*, (supuesto descendiente de *Malladaites*, (Linares y Sandoval, 1986)), el cual es muy abundante desde la parte superior de la Zona de Concavum hasta la parte inferior de la Zona de Discites. Esta zona se corresponde aproximadamente con los dos tercios superiores de la Zona de Concavum (fig. 18) y en ella es posible diferenciar un biohorizonte inferior donde *Haplopleuroceras* aparece asociado a *Euaptetoceras amplectens* (VACEK) y otro superior donde *Haplopleuroceras* se asocia con *Euhoploceras* y *Docidoceras* "grupo" *longalvum* (VACEK).

El estudio detallado del rango de distribución vertical de otros Hammatoceratidae aalenienses tales como *Bredya*, *Plannamatoceras* y *Euaptetoceras*, podría me-

jorar este esquema zonal e incluso permitiría establecer algún índice zonal para el Aaleniense basal y hacer divisiones de las biozonas aquí propuestas.

El intento de utilizar índices bioestratigráficos mediterráneos está justificado en la Cordillera Bética, donde el número de elementos típicamente mediterráneos puede superar o incluso sustituir, en ciertos casos, (fig. 17), al de Graphoceratidae. Un intento similar fue realizado por Geczy (1966) en el Aaleniense de las Montañas Bakony (Hungría) y recientemente Contini (1991), ha propuesto utilizar ciertas especies de Hammatoceratinae (*Euaptetoceras klimakomphalum* (VACEK)) para establecer el límite Aaleniense-Bajociense. Los índices mediterráneos, aplicados a la bioestratigrafía del Aaleniense de la Cordillera Bética contribuyen a su vez a mejorar las escalas zonales clásicas aplicadas a la Provincia Mediterránea y probablemente a otras regiones alpinas.

Consideraciones Biogeográficas

Las Asociaciones de ammonites subbéticas

El límite Toarciense-Aaleniense coincide con un periodo de "lowstand" (Haq *et al.*, 1988; Vera, 1988). En la Cordillera Bética, este hecho se pone de manifiesto porque salvo en escasos afloramientos del Subbético Medio no existen materiales del Toarciense terminal (Subzona de Buckmani) y del Aaleniense basal (Subzona de Opalinum). La Subzona de Comptum, dominada por materiales calcáreos, cuando está representada, se corresponde con el comienzo de una secuencia transgresiva, como lo muestra el hecho de que materiales de esta edad puedan descansar en algunos puntos sobre materiales toarcienses. La Zona de Murchisonae también tiene en general un carácter ligeramente transgresivo, manteniéndose esta tendencia hasta el Bajociense inferior. Esto explica que en los umbrales subbéticos los materiales del Aaleniense superior o posteriores puedan descansar directamente sobre materiales toarcienses o anteriores. Estas características, junto a la influencia que pudo ejercer sobre el relieve submarino la presencia de una importante actividad volcánica que tuvo lugar durante gran parte del Aaleniense, influyó indudablemente sobre la extensión horizontal de los materiales y sobre la composición cualitativa y cuantitativa de las asociaciones de Ammonoideos. Pero las faunas de ammonites registradas para cada una de las biozonas del Aaleniense en los diversos sectores estudiados muestran una gran similitud que se refleja en la alta proporción de taxones comunes a escala de familia y/o subfamilia (figs. 17, 19-24). Sin embargo, cuando se hace un estudio comparativo a nivel genérico y/o específico de la misma zona en los diversos sectores, se ponen de manifiesto diferencias ostensibles. Estas diferencias vienen marcadas sobre todo, porque en algunas áreas existe mayor frecuencia de determinados taxones típicamente mediterráneos.

Las asociaciones de ammonites correspondientes a la Zona de Opalinum son las que muestran mayor número de elementos comunes en los diversos sectores en los que ha sido identificada (Cerro Méndez, Zegrí y Sierra de Ricote, figs. 22A, 23A y 24A), donde los Leioceratinae son las formas dominantes, aunque ciertos taxones

mediterráneos especialmente *Tmetoceras*, *Erycites* y *Spinammatoceras* son más frecuentes que en la mayoría de otras regiones alpinas.

Por el contrario, las asociaciones de la Zona de Murchisonae son más heterogéneas en los diversos sectores donde esta zona está bien representada (figs. 19A, 20A, 21A, 22B, 23B y 24B). Así pues, en el sector de La Rábita, (subzonas de Murchisonae y Bradfordensis) el género más abundante es *Spinammatoceras* (fig. 3); el par dimorfo, *S. schindewolfi* LINARES y SANDOVAL y *S. tenax* (VACEK), es muy abundante y de distribución continua a lo largo de todo el perfil; *Abbasitoides modestum* (VACEK) y *Vacekia stephensi* (BUCKMAN) son dos taxones de gran frecuencia también en este sector. *Abassites*, dentro de los taxones minoritarios, muestra asimismo una cierta abundancia relativa. En el sector de Montillana, donde el Aalenense medio solo está representado por la Subzona de Bradfordensis (figs. 5, 6 y 20A), los Graphoceratinae (*Brasilia*) son dominantes; los géneros *Malladaites*, *Vacekia* y *Tmetoceras*, muestran porcentajes relativamente altos, especialmente este último; los géneros *Abbasites* y *Ambersites*, aunque minoritarios, son más frecuentes que en el sector de La Rábita.

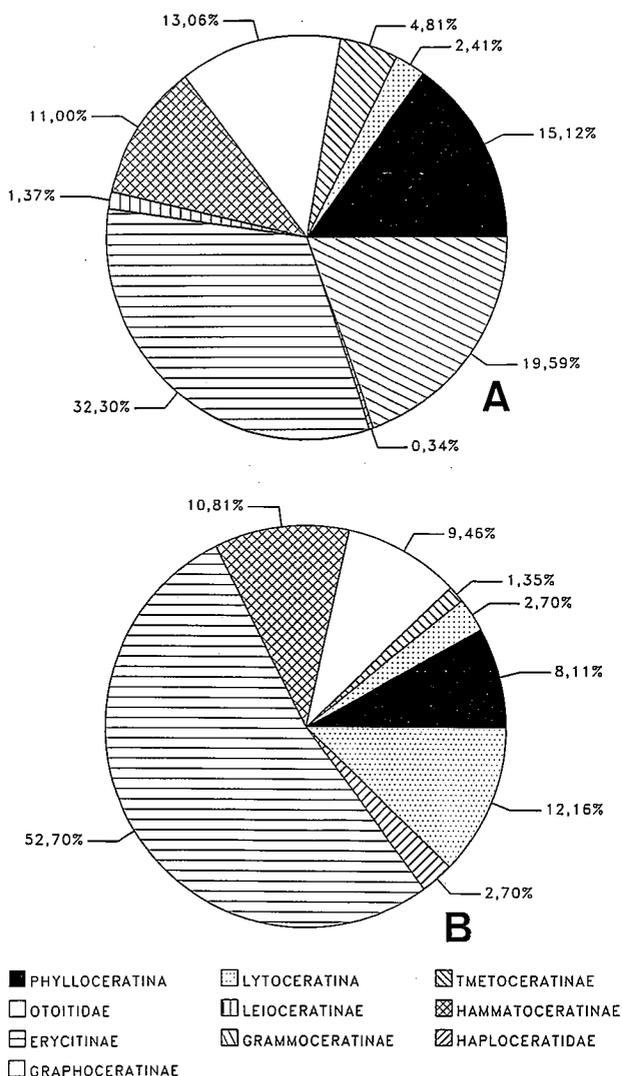


Figura 19.- Frecuencia relativa de los diferentes taxones de ammonites durante las zonas de Murchisonae (A) y Concavum (B) en el sector de La Rábita.

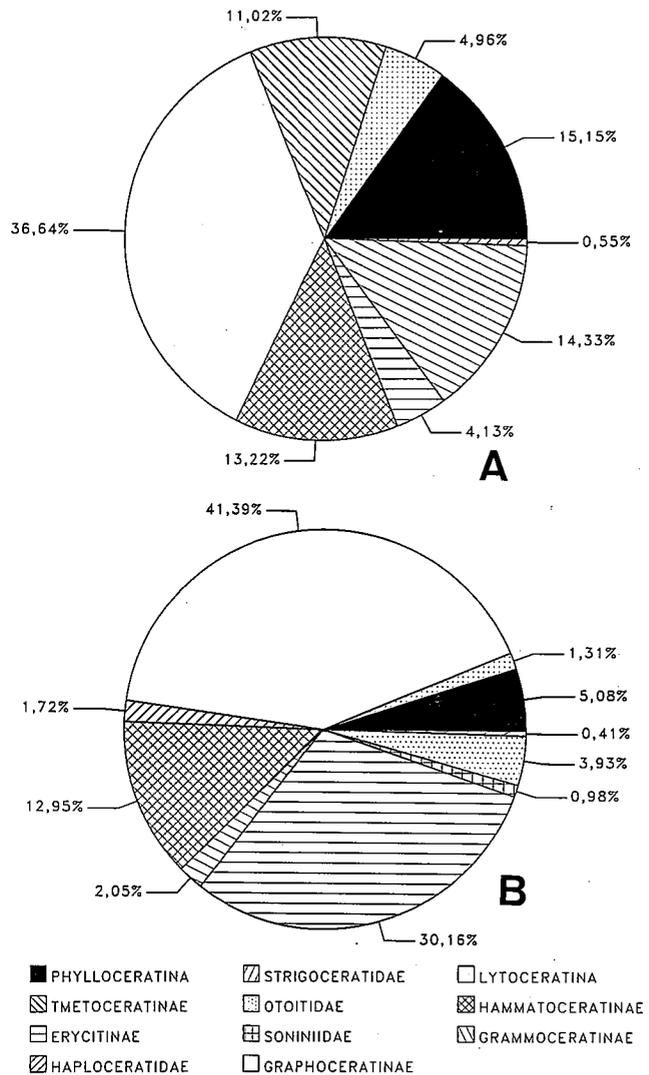


Figura 20.- Frecuencia relativa de los diferentes taxones de ammonites durante las zonas de Murchisonae (A) y Concavum (B) en el sector de Montillana.

En la sección del Barranco de Agua Larga (fig. 21A) los Graphoceratinae alcanzan mayor porcentaje que en ninguno de los otros puntos muestreados. En las diferentes secciones de Cerro Méndez (figs. 7-9 y 22B) la Zona de Murchisonae difiere de su equivalente en los otros sectores, por la abundancia de *Erycites fallifax* ARKELL y de *Tmetoceras scissum* (BENECKE). *Spinammatoceras pugnax* (VACEK) y la pareja dimorfa *S. schindewolfi* LINARES y SANDOVAL y *S. tenax* (VACEK) están también representados en estas secciones, pero la frecuencia relativa de este último es bastante menor que en el sector de La Rábita; los Graphoceratinae son más escasos que en Montillana, pero relativamente más frecuentes que en la Rábita. La sección de Sierra de Ricote (fig. 10 y 24B) arroja porcentajes menores de taxones con afinidades mediterráneas e incluso, hasta ahora, ausencia de algunos de ellos.

La Zona de Concavum muestra de nuevo una mayor homogeneidad taxonómica relativa en los diversos sectores (figs. 19B, 20B, 21B, 22C y 24C). La presencia y abundancia de *Haplopleuroceras* en la parte superior de la misma (Subzona de Limitatum) es el rasgo más pecu-

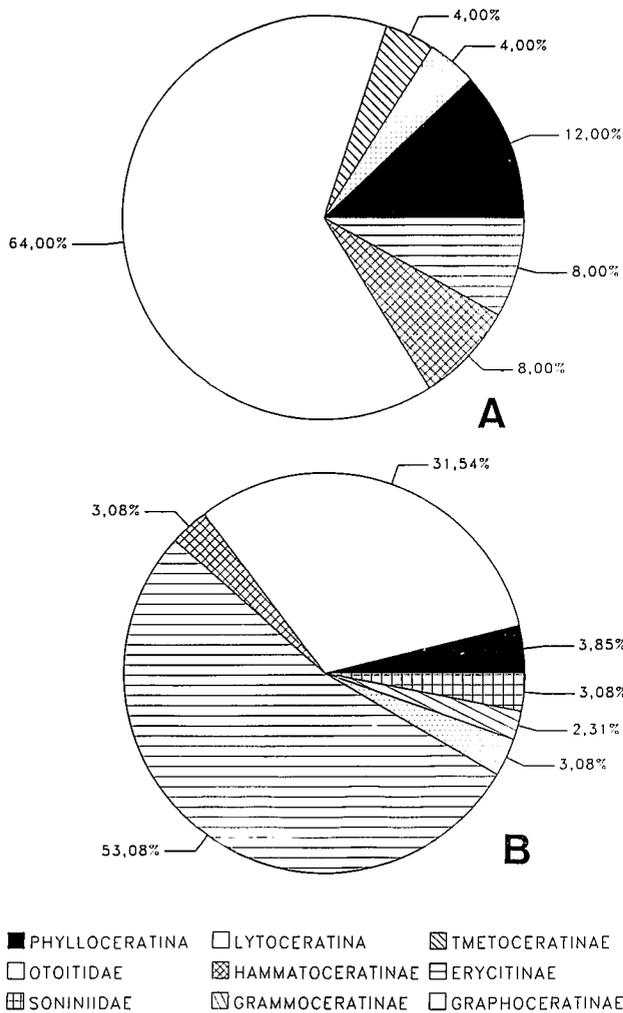


Figura 21.- Frecuencia relativa de los diferentes taxones de ammonites durante las zonas de Murchisonae (A) y Concavum (B) en la sección del Barranco de Agua Larga.

liar de esta zona en la Subbética; la existencia de los primeros *Docidoceras* y la mayor diversidad de los Hammatoceratinae (*Pseudoaptetoceras*, *Euaptetoceras* y *Eudmetoceras*) son también características de tipo mediterráneo. No hemos hecho mención especial a los Phylloceratina y Lytoceratina presentes, como ya se ha dicho, en todos los sectores aunque con porcentajes variables y no muy altos.

Las diferencias taxonómicas cualitativas y cuantitativas que se observan en los distintos sectores, no son fáciles de explicar por el momento. En todas las secciones, excepto en la CM1 y Zegrí Norte, se encuentra el mismo tipo de facies (ritmitas calcareas grises). Las margocalizas y/o calizas son mucho más productivas que las margas, hecho posiblemente debido a factores tafonómicos.

Los afloramientos aalenienenses del Subbético Interno y Externo, siempre condensados y ordinariamente en facies «ammonítico rosso», contienen asociaciones de ammonites que difieren en cuanto a riqueza, diversidad y tamaño de los individuos, de las asociaciones provenientes de las facies grises del Subbético Medio, siendo los Phylloceratina y, a veces, los Otoitidae (*Docidoceras*) los grupos dominantes en detrimento de los Graphoceratinae y de los Erycitinae.

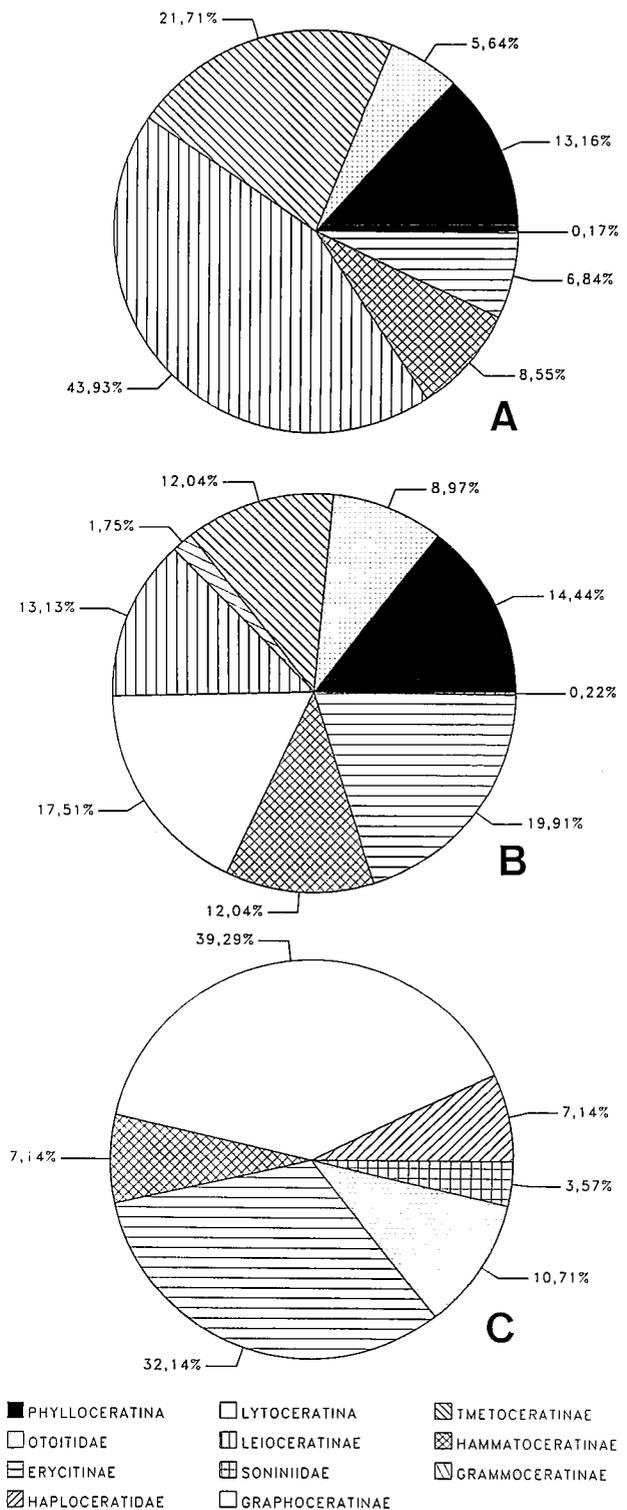


Figura 22.- Frecuencia relativa de los diferentes taxones de ammonites durante las tres zonas del Aalenienense en el sector de Cerro Méndez: Opalinum (A), Murchisonae (B) y Concavum (C).

Si comparamos las faunas de ammonites del Aalenienense subbético con las existentes en diferentes localidades donde el piso está representado por facies marinas pelágicas, veremos que solo el dominio Boreal (fig. 26) dominado por formas pertenecientes al género *Pseudo-lioceras* (*Tugurites*), (Sei et al., 1985) muestra asociaciones que apenas tienen afinidad con las faunas subbéticas,

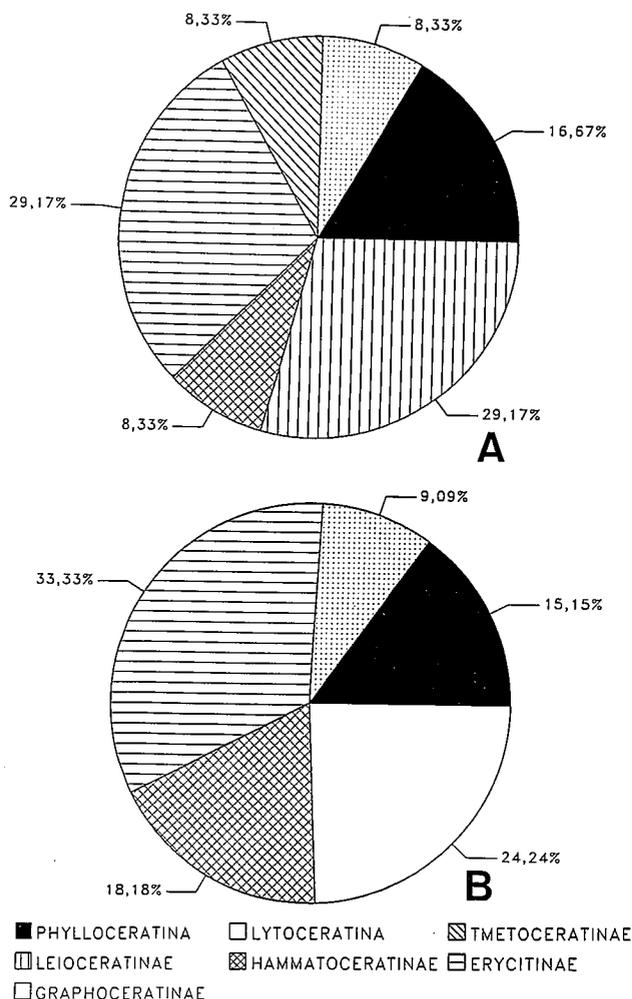


Figura 23.- Frecuencia relativa de los diferentes taxones de ammonites durante las zonas de Opalinum (A) y Murchisonae (B) en la sección del Zegrí Norte.

mientras que en los restantes dominios existen siempre taxones comunes, incluso a nivel específico, lo que permite buenas correlaciones a nivel mundial. A continuación vamos a hacer un resumen sobre el comportamiento de las asociaciones de ammonites del Aalenense a nivel universal.

La Provincia Mediterránea

Como acabamos de ver las faunas de ammonites subbéticas se caracterizan por contener una alta proporción de elementos típicamente mediterráneos aunque haya ciertas diferencias entre unos sectores y otros. Fenómenos del mismo tipo se observan cuando se comparan las asociaciones del Aalenense subbético con las obtenidas en otras regiones del Tethys Occidental.

Italia.- En el norte de Italia (fig. 25), las asociaciones de ammonites procecentes del Cabo San Vilgilio (Vacek 1886; Callomon *et al.*, 1991) son muy similares a las faunas subbéticas con numerosos elementos comunes tanto a nivel genérico como específico y con una alta proporción de Hammatoceratinae y de Erycitinae. En los Apeninos Centrales (Kalin y Ureta, 1987; Cresta, 1988, 1991; Cresta y Galácz, 1990) el Aalenense

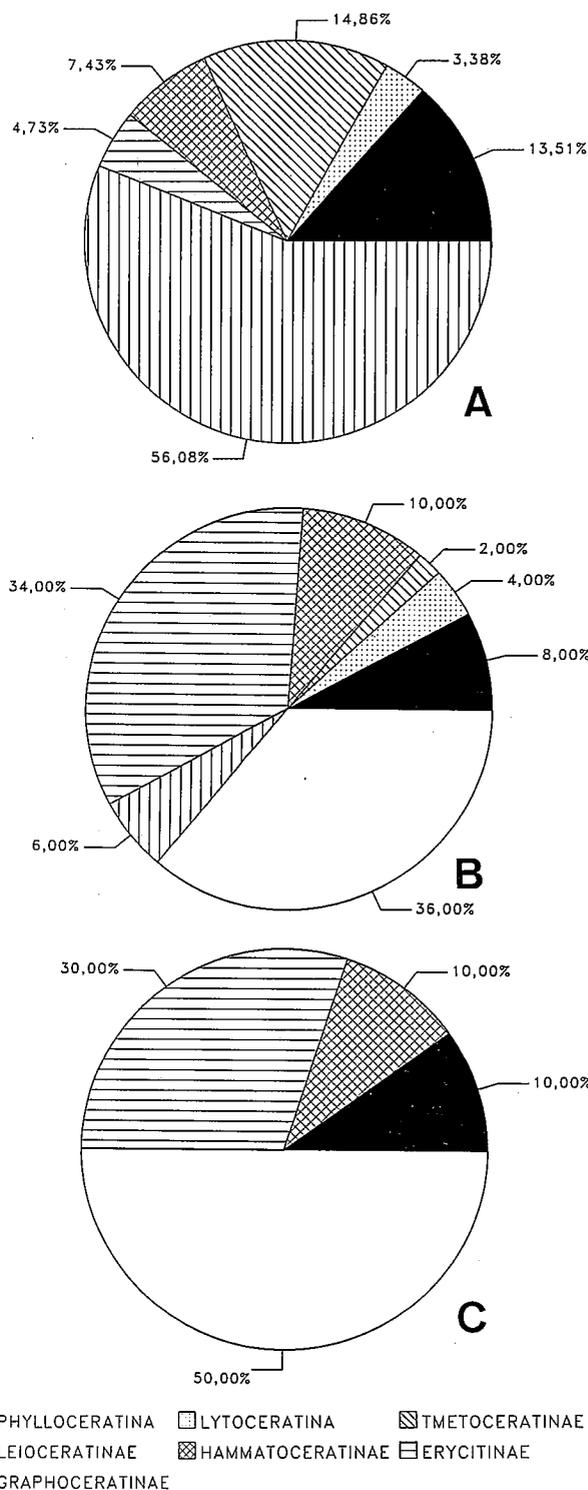


Figura 24.- Frecuencia relativa de los diferentes taxones de ammonites durante las tres zonas del Aalenense en la Sierra de Ricote: Opalinum (A), Murchisonae (B) y Concavum (C).

muestra frecuentemente facies de calizas nodulosas donde están representadas las zonas de Opalinum, Murchisonae y Concavum. Las faunas de ammonites con abundantes Hammatoceratinae, Lytoceratina y Phylloceratina son prácticamente idénticas a las subbéticas procecentes de facies similares. El Aalenense de Sicilia (Renz, 1925) muestra también asociaciones muy similares a las existentes en el norte y centro de Italia y a las de la Cordillera Bética.

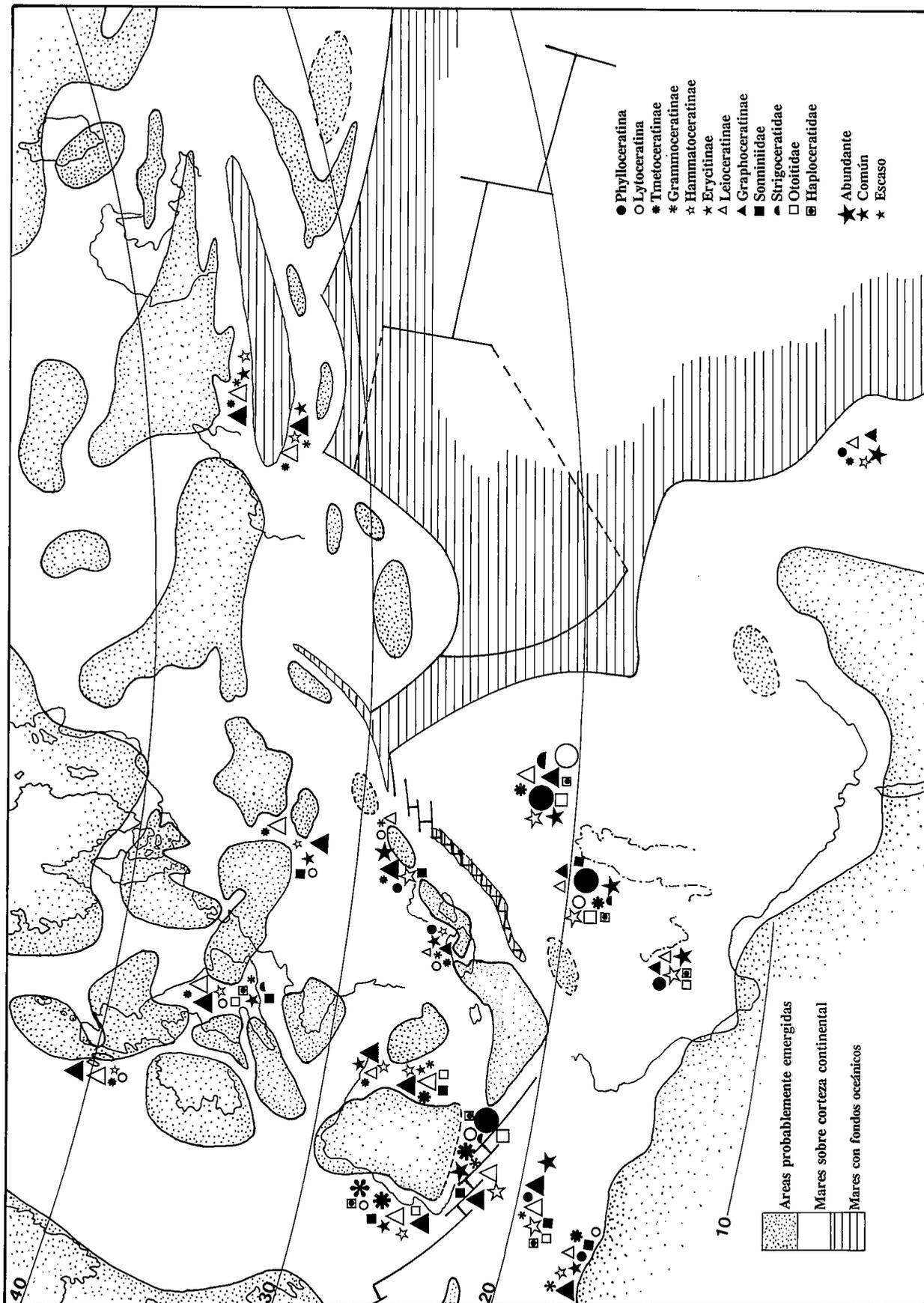


Figura 25.- Distribución de los ammonites en el Aalenense del Tethys occidental (provincia mediterránea) y sus márgenes (provincias submediterránea y subboreal). Aunque existen muchos taxones comunes, las diferencias cuantitativas entre los elementos procedentes de las diversas áreas paleogeográficas son muy acusadas. Mientras que en el Mediterráneo los Phylloceratina, Lytoceratina, Hammatoceratidae y Tmetoceratinae pueden igualar o superar a los Leioceratinae y Graphoceratinae, estos últimos son siempre dominantes en las regiones submediterráneas y subboreales. (Base paleogeográfica modificada de Dercourt *et al.*, 1985).

Hungría.- El Aalenense de las montañas Garecse y Bakony (fig. 25) localidades mediterráneas típicas, (Geczy 1966, 1967; Galácz 1991; Cresta y Galácz, 1990), se presenta bajo facies de calizas y/o margas nodulosas conteniendo asociaciones de ammonites semejantes a las del Subbético, aunque los Lytoceratina, Phylloceratina y Hammatoceratidae parecen alcanzar porcentajes mayores que los existentes en la mayor parte de las secciones del sur de España.

Sureste de Francia.- En la Región de Digne, (Bajos Alpes) (fig. 25) el Aalenense (Dubar *et al.*, 1971; Caloo 1970; Mouterde *et al.*, 1972; Pavía, 1983), muestra facies y espesores muy similares a los existentes en el Subbético medio, y sus asociaciones faunísticas con abundantes *Haplopleuroceras* y frecuentes Phylloceratina y Lytoceratina son muy similares a las existentes en algunas secciones subbéticas.

Norte de Africa.- En el Prérif (Lelièvre, 1960) el Aalenense frecuentemente está representado por secciones condensadas y capas lenticulares de pocos metros de extensión horizontal y escasos cm de espesor en los que se registra fauna de las zonas de Opalinum, Murchisonae y Concavum con abundantes Graphoceratidae y Hammatoceratidae (fig. 25) muy similares a las existentes en la Cordillera Bética, aunque como carácter diferencial hay que resaltar la ausencia de Lytoceratina y Phylloceratina. En el Atlas Medio (Benshili, 1989, 1990) los materiales aalenenses varían de litología -de margas y margocalizas a calizas oolíticas ferruginosas- y de espesor de unas localidades a otras. Entre las diversas localidades donde estos materiales aparecen están representadas las zonas de Opalinum, Murchisonae y Concavum con faunas típicamente mediterráneas que son idénticas, incluso a nivel específico, a las existentes en la Cordillera Bética. En el Alto Atlas, (Sadki, 1990, 1992) los materiales de esta edad muestran espesores que generalmente no sobrepasan los 3 m de potencia donde están representadas las zonas de Opalinum, Murchisonae y Concavum que contienen asociaciones (fig. 25) que, de un modo general, convergen con las asociaciones béticas, si bien hay que señalar la escasez de Phylloceratina y Lytoceratina.

Irán.- En Irán, Seyed-Emami (1967) indica la presencia del Aalenense inferior, medio y superior en donde las asociaciones de ammonites contienen formas pertenecientes a los géneros: *Tmetoceras*, *Leioceras*, *Ludwigia*, *Graphoceras*, *Erycites*, *Staufenia* y diversos Hammatoceratinae (fig. 25). Es de resaltar la presencia de *Staufenia*, la virtual ausencia de Lytoceratina y la escasez de Phylloceratina como caracteres diferenciales entre las faunas iraníes y las béticas. Por tanto, aunque las asociaciones de ammonites iraníes, especialmente los Hammatoceratidae, tienen afinidades mediterráneas, también presentan afinidad con las asociaciones procedentes de áreas sudmediterráneas o subboreales, especialmente con las de la Cordillera Ibérica y Portugal.

El Aalenense submediterráneo y subboreal

El Aalenense de otras regiones de la Península Ibérica (área de Cabo Mondego en Portugal, Cordillera Ibérica y Cordillera Cantábrica) muestra asociaciones de ammonites subboreales, generalmente dominadas por Leioceratinae y Graphoceratinae, a los que se unen, en menor proporción, elementos mediterráneos.

Portugal.- El Aalenense está bien representado en el área de Cabo Mondego-Murtinheira (Choffat, 1880; Perrot et Mouterde, 1957; Ruget-Perrot 1961; Dubar *et al.*, 1971; Mouterde *et al.*, 1972; Fernández López *et al.*, 1988; Rocha *et al.*, 1990; Henriques 1992). En esta región los materiales aalenenses se presentan en secciones bien desarrolladas, constituidas por alternancias de margas y margocalizas en las que están representadas las zonas de Opalinum, Murchisonae (Subzona de Bradfordensis) y Concavum. Las asociaciones de ammonites están dominadas por Graphoceratidae, pero también aparecen formas típicamente mediterráneas tales como *Malladaites*, *Zurcheria*, abundantes *Haplopleuroceras*, *Docidoceras-Trilobiticeras*, e incluso escasos Lytoceratina y Phylloceratina (fig. 25).

Cuenca Vasco-Cantábrica.- En la Cuenca Vasco-Cantábrica (Suárez-Vega, 1974; Fernández-López y Suárez-Vega, 1981; Goy y Ureta, 1991; Goy *et al.*, 1991; Martínez, 1992) el Aalenense está formado por alternancias de calizas, margocalizas y margas que pueden superar los 20 m de potencia, donde están bien representadas las zonas de Opalinum, Murchisonae y Concavum. Las asociaciones de ammonites obtenidas tienen claras afinidades subboreales (Goy y Ureta, 1991) como lo muestra el dominio casi absoluto de los Leioceratinae y Graphoceratinae (fig. 25), pero también aparecen frecuentes elementos de afinidades mediterráneas sobre todo a partir de la parte superior de las Zona de Murchisonae (Goy y Ureta, 1991; Goy *et al.*, 1991; Martínez, 1992).

Cordillera Ibérica.- En la Cordillera Ibérica el Aalenense está muy bien representado en diversas localidades, en secciones que pueden superar los 30 m de potencia, con litologías de calizas, margocalizas y margas oscuras, aunque localmente aparecen niveles de areniscas calcáreas, (Ureta 1985; Martínez, 1992). Un estudio comparativo entre las asociaciones de ammonites obtenidas en las cordilleras Ibérica y Bética ha sido realizado por Linares *et al.* (1988), en el cual se pone de manifiesto que, si bien existen numerosos taxones comunes entre ambos dominios, los Graphoceratidae son mucho más abundantes en la Cordillera Ibérica mientras que los Hammatoceratidae, Grammatoceratinae y Tmetoceratinae son más abundantes en la Cordillera Bética. Además es de resaltar la presencia de *Staufenia* en la Cordillera Ibérica junto a la extrema escasez de Phylloceratina y Lytoceratina.

Islas Británicas.- En Inglaterra meridional (donde se encuentran las clásicas localidades estudiadas por Buckman, 1887-1907, 1909-1930), el Aalenense está representado esencialmente por calizas oolíticas ferruginosas (Oolita Inferior) que no sobrepasan por lo general los 3 m

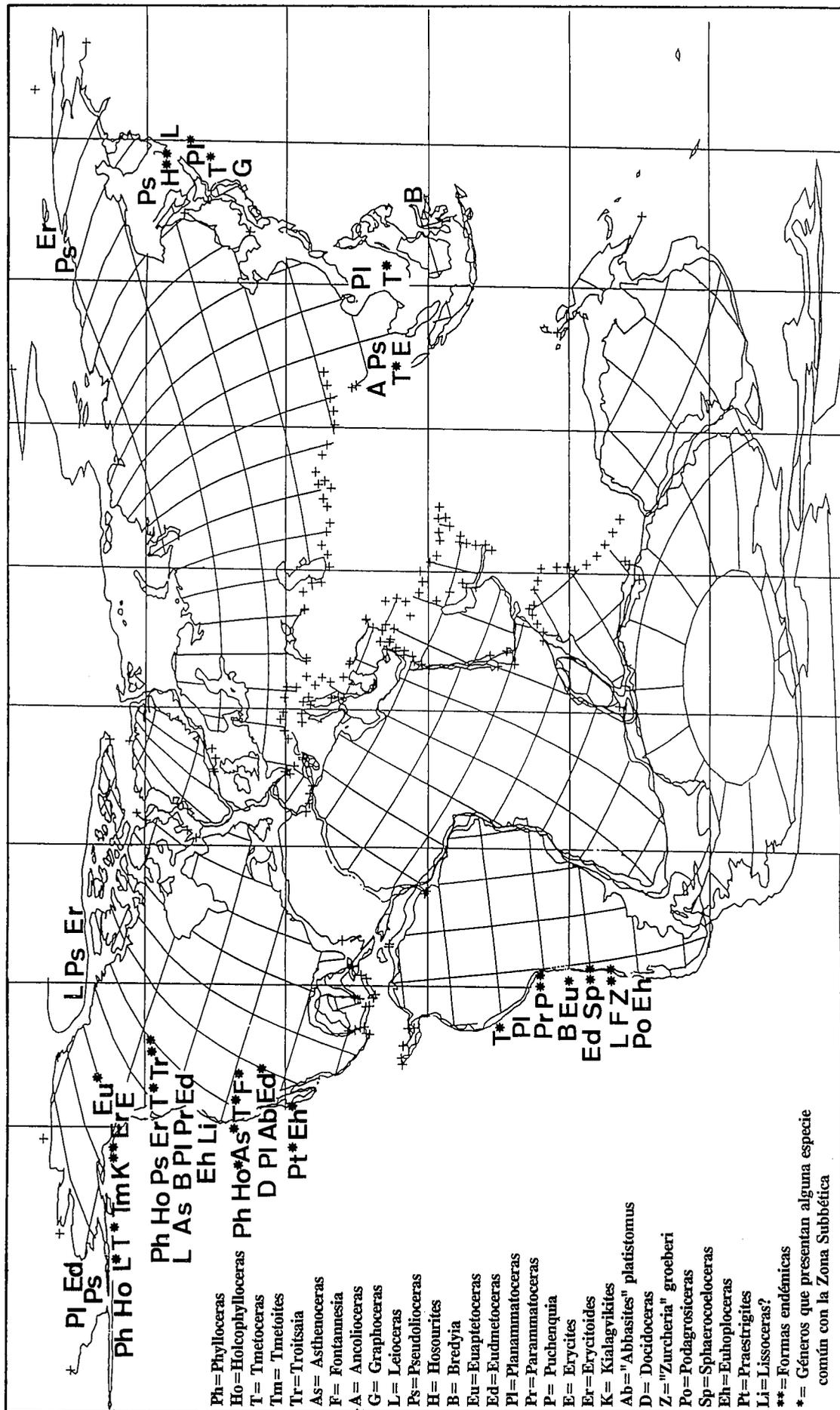


Figura 26.- Distribución de los ammonites en el Albiense de los diversos dominios circumpacíficos y boreales: Obsérvese que a nivel específico existen pocas afinidades biogeográficas entre las formas procedentes de estos dominios y las registradas en la Zona subbética (área típica de la provincia mediterránea). El mayor número de elementos comunes entre el West Interior (USA) y la Zona Subbética es debido a que dicho dominio estaría situado próximo a la entrada al Pacífico del Corredor Hispánico (Protoatlántico) que conectaba el Tethys occidental con el Pacífico oriental. (Base paleogeográfica modificada de Smith *et al.*, 1981).

de potencia. En esta región Callomon y Chandler (1990) diferenciaron 14 biohorizontes para la totalidad del Aalenense. Desde un punto de vista cualitativo la fauna (fig. 25) no es apenas diferente a la existente en la Cordillera Bética con gran número de especies comunes. Sin embargo es de resaltar la ausencia de Phylloceratina y la extrema escasez de *Erycites*, *Spinammatocheras*, *Haplopleuroceras*, *Tmetoceras*, y *Lytoceras*, mientras que *Staufenia*, un género que no aparece en la Cordillera Bética, es frecuente. Los Leioceratinae y Graphoceratinae son en general mucho más abundantes que en la Zona Subbética. En la Isla de Skye (Escocia) los materiales aalenenses muestran facies de areniscas calcáreas y de arcillas con nódulos calcáreos cuya potencia alcanza los 50 m (Morton, 1990, 1991). Las asociaciones de ammonites (fig. 26) son prácticamente idénticas a las existentes en el sur de Inglaterra con escasos elementos mediterráneos.

Alemania y centro de Francia.- El Aalenense de Alemania (Rieber, 1963, 1977; Spiegler, 1966; Bayer 1969, 1970; Bayer y McGhee, 1984; Dietl y Etzold, 1977; Ohmert *et al.*, 1991) está representado fundamentalmente por arcillas con nódulos calcáreos a los que se unen niveles de calizas margosas con abundantes ammonites, areniscas calcáreas y calizas con oolitos ferruginosos. En este conjunto de materiales están representadas las zonas de Opalinum, Murchisonae y Concavum. Las asociaciones de ammonites (fig. 25), de carácter boreal o subboreal, están dominadas por Graphoceratidae, con abundantes formas pertenecientes al género *Staufenia*. Asociados a los Graphoceratidae aparecen escasos *Tmetoceras scissum* (BENECKE) en el Aalenense inferior y Hammatoceratidae (*Planammatocheras*, *Eudmetoceras*, *Euaptetoceras*, y *Erycites*) en la parte superior de la Zona de Murchisonae y en la Zona de Concavum, donde también aparece *Euhoploceras*. Sin embargo los géneros típicamente mediterráneos (*Vacekia*, *Spinammatocheras*, *Malladaites*, *Haplopleuroceras*, etc.) así como los Lytoceratina y Phylloceratina, muy abundantes en la Cordillera Bética, son escasísimos o no han sido registrados.

En el Centro de Francia (Contini, 1969; Gabilly y Rioult, 1971; Elmi, 1967) el Aalenense se presenta con características muy similares al Aalenense del Jura de Alemania. Las asociaciones de ammonites están dominadas en todos los casos por Graphoceratidae, a los que se unen escasos *Tmetoceras*, Hammatoceratidae y Phylloceratina.

Caúcaso.- El Aalenense del Caúcaso y Transcaúcaso (Rostovtsev, 1991), está representado por facies de calizas, margocalizas, y areniscas con nódulos de siderita cuya potencia puede ser bastante elevada. Entre las diversas localidades donde aflora es posible reconocer las zonas de Opalinum, Murchisonae y Concavum. Las diversas asociaciones (fig. 25) de ammonites muestran abundantes elementos mediterráneos (*Erycites*, *Haplopleuroceras*, Hammatoceratinae), diversos Leioceratinae y Graphoceratinae a los que se asocia *Pseudolioceras*, como único género que no aparece en el Aalenense de la Cordillera Bética.

Pacífico Oriental

Provincia Andina.- En la Provincia Andina (Wester-

mann y Riccardi, 1972; Westermann 1980, Hillebrandt y Westermann, 1985; Riccardi *et al.*, 1990), las asociaciones de ammonites (fig. 26) del Aalenense están dominadas por elementos pertenecientes a los Hammatoceratinae, pero aunque a nivel genérico algunas formas (*Bredya*, *Pseudoaptetoceras*, *Planammatocheras*, *Parammatoceras*, *Eudmetoceras*) son comunes a las que se encuentran en la Cordillera Bética, a nivel específico, las afinidades con las faunas béticas suelen ser pequeñas. "*Zurcheria*" *groeberi* WESTERMANN y RICCARDI es diferente a los *Malladaites* y *Zurcheria* mediterráneos. Asimismo los Leioceratinae (*Leioceras chilense* WESTERMANN) y los *Tmetoceras* son diferentes a nivel específico.

Pacífico Norte.- Las asociaciones de ammonites aalenenses procedentes de la parte septentrional del Pacífico Oriental muestran diferencias ostensibles con las mediterráneas, pero son más afines a éstas que las de la Provincia Andina (fig. 26). Las asociaciones aalenenses del West Interior (Oregón, U S A) (Imlay, 1973; Taylor, 1988) muestran como elementos comunes con las faunas béticas a *Tmetoceras scissum* (BENECKE) en el Aalenense inferior-medio y *Asthenoceras intermedium* (IMLAY) en el Aalenense superior; *Phylloceras*, *Praestrigites* y *Docidoceras* son también elementos comunes.

Las faunas de ammonites aalenenses procedentes del oeste de Canadá y Alaska (fig. 26) son diferentes a las de Oregón. En las Islas Reina Carlota (Columbia Británica, Canadá) aparecen junto a otros taxones *Leioceras*, *Tmetoceras scissum* (BENECKE), *Erycitoides* y *Bredya* (Poulton y Tipper, 1991; Poulton *et al.*, 1991). Por tanto estarían representados el Aalenense inferior y probablemente el medio con faunas que, sobre todo a nivel genérico, tienen afinidades mediterráneas. En Wide Bay, (Alaska) los materiales aalenenses se presentan bajo facies de margas, margocalizas y arcillas con nódulos donde aparecen *Tmetoceras scissum* (BENECKE), *Asthenoceras nannodes* BUCKMAN y diversos Hammatoceratinae (*Euaptetoceras klimakomphalum* (VACEK), *Planammatocheras*, *Eudmetoceras*, *Abbasites*, etc.), Westermann (1964, 1969). Junto a estos taxones de afinidades mediterráneas, estas asociaciones contienen elementos endémicos de América del Norte pertenecientes a los géneros *Erycitoides*, *Kialagvikites*, y *Pseudodocidoceras*, etc. (Westermann, 1964, 1969, 1980). En las islas canadienses del Artico las asociaciones de ammonites del Aalenense están dominadas por *Pseudolioceras* y *Erycitoides* a los que se une *Leioceras opalinum* (REINECKE) (Poulton y Tipper, 1991)

Pacífico Occidental

En el Aalenense de Japón, (Sato, 1954; Takahashi, 1969; Sato y Westermann, 1991), han sido descritas dos asociaciones de ammonites diferentes, una para el Aalenense inferior que comprende formas pertenecientes a los géneros *Tmetoceras* y *Leioceras* junto a formas boreales (*Pseudolioceras*) y otras formas endémicas (*Hosoureites*). En el Aalenense medio-superior se encuentra *Planammatocheras planinsigne* (VACEK) asociado a *Pseudolioceras* (*Tugurites*) (fig. 26). Por tanto, si se con-

sideran las asociaciones de ammonites a nivel genérico, aproximadamente el 50% de las faunas que aparecen en Japón son comunes con las existentes en la Cordillera Bética.

En Asia Meridional (fig 26), el Aalenense está poco conocido. En Tailandia, Sato y Westermann (1991) diferencian dos asociaciones, una inferior que contiene *Pseudolioceras* (género que se extiende hasta el Bajociense inferior) y otra superior con *Tmetoceras scissum* (BENECKE), *T. cf. kirki* WESTERMANN, *Ancolioceras* y *Erycites*. Estas asociaciones sugieren que pueden estar representados, al menos en parte, el Aalenense inferior y medio. Las afinidades con la Provincia Mediterránea son patentes, como lo muestran los géneros anteriormente citados. En Vietnam (Vu Khuk y Dang Trân Húyen, in Sato y Westermann, 1991) citan *Planammato-ceras* y *Tmetoceras*, por lo que las afinidades con las faunas del Aalenense del Mediterráneo son obvias. En Indonesia, un único ejemplar del género *Bredya* (*B. ? molukkana* (CLOOS)) es la única forma que hasta ahora puede indicar la presencia de Aalenense (Westermann, in Sato y Westermann, 1991).

Conclusiones

El Aalenense (especialmente inferior y medio) se corresponde con un periodo de bajo nivel relativo, lo que explica que en la Cordillera Bética los materiales aalenenses sólo estén bien desarrollados en algunos sectores del Subbético Medio, el cual durante el Jurásico medio-superior se comportó como un surco pelágico.

La reducción o incluso ausencia de materiales aalenenses en los umbrales subbéticos pudo ser debida a que estos estaban temporalmente emergidos o mas probablemente a que las tasas de erosión submarina superaban a las de sedimentación.

La fisiografía del fondo submarino del surco Subbético Medio debió de ser muy irregular lo que explica que sólo en determinados puntos (Cerro Méndez y Sierra de Ricote) existan secciones con sedimentación continua desde el Toarciense terminal hasta el Bajociense basal.

Los cambios morfológicos del fondo, en muchos casos ligados a una intensa actividad volcánica, fueron también acusados incluso a nivel local, como puede comprobarse en el sector de Cerro Méndez donde a escasa distancia -pocas centenas de metros-, el tipo de facies varía de ritmitas grises a calizas y margas nodulosas rojas y la potencia de los materiales aalenenses es también muy variable.

Estos cambios del fondo pudieron ser los causantes fundamentales de las pequeñas variaciones existentes en las asociaciones de ammonites registradas en los diversos sectores donde el Aalenense ha sido muestreado.

La situación paleogeográfica de la Cordillera Bética en el extremo occidental del Tethys hace que las asociaciones de ammonites muestren marcado carácter meso-geo con influencias subboreales, pero salvo en algunas secciones con facies "ammonitico rosso" los Lytoceratina y Phylloceratina no son los elementos dominantes.

La abundancia de elementos típicamente mediterráneos (fundamentalmente Erycitiinae) nos ha permitido esta-

blecer cuatro biozonas (*Erycites fallifax*, *Spinammato-ceras schindewolfi*, *Malladaites pertinax* y *Haplopleuro-ceras mundum*) para el Aalenense de la Subbética.

Un análisis biogeográfico de las asociaciones de ammonites muestra que varias de las formas que aparecen en la Zona Subbética (en especial, Leioceratinae, Hammatoceratinae y Tmetoceratinae) son pandémicas, lo que permite buenas correlaciones a nivel mundial.

Algunas de las asociaciones registradas en el Aalenense de la Subbética muestran bastantes elementos comunes (*Tmetoceras*, *Fontannesia*, algunos Hammatoceratinae, etc.) con las faunas de la parte norte del Pacífico Este (Oregón, Canadá y Alaska) lo que confirmaría que para este tiempo el Corredor Hispánico (Protoatlántico) ya conectaba el Mediterráneo Occidental con el Pacífico Oriental.

Nuestro agradecimiento a un revisor anónimo por su lectura detallada y útiles sugerencias. Este trabajo ha sido subvencionado con cargo al Proyecto PB91-0733 (DGICYT) y al Grupo de Investigación EMMI (Junta de Andalucía).

Bibliografía

- Alastrué, E. (1944): *Bosquejo geológico de la Cordillera Subbética entre Iznalloz y Jaén*. C.S.I.C. Madrid. 159 p.
- Alvaro, M., Barnolas, A., Cabra, P., Comas-Rengifo, M.J., Fernández-López, S.R., Goy, A., Del Olmo, P., Ramírez del Pozo, J., Simo, A. y Ureta, S. (1989): El Jurásico de Mallorca (Islas Baleares). *Cuad. Geol. Ibér.*, **13**: 67-120.
- Bayer, U. (1969): *Euaptoceras* y *Eudmetoceras* (Ammonoidea, Hammatoceratidae) aus der *concava* Zone (Ober-Aalenium) Süddeutschlands. *Neues Jh. Geol. Paläont. Abh.*, **133**: 211-222.
- Bayer, U. (1970): Das profil des Erz-Tagebaus Ringsheim (Ober Aalenium/Unter Bajocium). *Neues Jh. Geol. Paläont. Mh.*, **5**: 261-269.
- Bayer, U. y McGhee, G.R. (1984). Iterative evolution of Jurassic ammonite faunas. *Lethaia*, **17**: 1-16.
- Bertrand, M. y Kilian, M.W. (1889): Études sur les terrains secondaires et tertiaires dans les provinces de Grenade et Malaga (Mission d'Andalousie). *Mém. Ac. Sc. Paris*, **39**: 377-579.
- Benshili, K. (1989): Lias-Dogger du Moyen Atlas plissé (Maroc). Sédimentologie, Biostratigraphie et évolution paléogéographique. *Doc. Géol. Fac. Sc. Lyon*, **106**: 11-283.
- Benshili, K. (1990): Le Bajocien inférieur du moyen Atlas plissé (Maroc). *Mem. Descr. Carta Geol. Italia*, **40**: 71-84.
- Buckman, S.S. (1887-1907): A monograph of the ammonites of the Inferior Oolite Series» (+ Supplement), *Paleont. Soc., London*: 1-456 + I-CCLXII.
- Buckman, S.S. (1909-1930): Type Ammonites, Wheldon and Wesley, London. 7 vols.
- Busnardo, R. (1962): Regards sur la géologie de Jaén. In. Livre a la Mémoire du Professeur Paul Fallot. *Mém. Soc. Géol., France*, **1**: 189-198.
- Busnardo, R. (1979): Prébétique et Subbétique de Jaén á Lucena (Andalousie). *Doc. Géol. Fac. Sc. Lyon*, **74**: 1-140.
- Callomon, J.H. y Chandler, R.B. (1990): A review of the ammonite horizons of the Aalenian - Lower Bajocian stages in the Middle Jurassic of southern England. *Mem. Descr. Carta Geol. Italia*, **40**: 85-112.
- Callomon, J.H., Cresta, S. y Pavia, G. (1991): A revision of the classical Aalenian succession in the Middle Jurassic of Capo San Vigilio, northern Italy. In: *3rd International Symposium on Jurassic Stratigraphy* (Abstract), Poitiers: 21.
- Caloo, B. (1970): Biostratigraphie d'Aalénien et de la base du Bajocien dans la région de Digne (Basses-Alpes, France). *C.R. Acad. Sc. Paris*, **271**: 1938-1940.

- Contini, D. (1969): Les Graphoceratidae du Jura Franc-Comtois. *Ann. Sc. Univ. Besançon*, 3, Géol. 7: 1-95.
- Contini, D. (1991). La limite Aalénien Bajocien. In: *3rd International Symposium on Jurassic Stratigraphy*, (Abstract), Poitiers: 26.
- Contini, D., Elmi, S. y Mouterde, R. (1971): Les zones du Jurassique en France: Aalénien. *C.R. somm. Soc. Géol. France*, 6: 84-85.
- Contini, D., Mouterde, R. y Rioult, M. (1991): Réactualisation des échelles d'Ammonites. In: *3rd International Symposium on Jurassic Stratigraphy*, (Abstract), Poitiers: 128.
- Cresta, S. (1988). Associations d'ammonites et biostratigraphie de l'Aalénien et du Bajocien inférieur des Apennins d'Ombrie-Marches (Italie centrale). In: *2nd International Symposium on Jurassic Stratigraphy*. (R.B. Rocha y A.F. Soares, Eds.), *I.N.I.C.*, Lisboa, I: 209-206.
- Cresta, S. (1991): Lithostratigraphic and biostratigraphic features of the Middle Jurassic sequence in the Monte Nerone area (Apennines, Italy). In: *Conference on Aalenian and Bajocian Stratigraphy, Isle of Skye* (N. Morton, Ed.), Birkbeck Coll. Univ. of London: 123.
- Cresta, S. y Galász, A. (1990): Mediterranean basal Bajocian ammonite faunas. Examples from Hungary and Italy. *Mem. Descr. Carta Geol. Italia*, 40: 165-198.
- Choffat, P. (1880): Étude stratigraphique et paléontologique des terrains jurassiques du Portugal: le Lias et le Dogger au Nord du Tage. *Mem. Sec. Trav. Géol. Portugal*, 12: 1-73.
- Dercourt, J., Zonenshain, L.P., Ricou, L.E. et al. (1985): Présentation de 9 cartes paléogéographiques au 1/20.000.000 s'étendant de l'Atlantique au Pamir pour la période du Lias à l'Actuel. *Bull. Soc. géol. France*, (8), I: 625-635.
- Dietl, G. y Etzold, A. (1977): The Aalenian at the Type Locality: *Stuttgarter Beitr. Naturk.*, ser. B, 30: 1-13.
- Douvillé, R. (1906): *Esquisse géologique des Préalpes subbétiques (partie centrale)*. Tesis, Univ. Paris, 223 p.
- Dubar, G. Elmi, S. y Ruget-Perrot, C. (1971): Divisions et limites de l'Aalénien (Sud-Est de la France et quelques régions méridionales). In: *II Colloque Jurassique, Luxembourg*, 1967. *Mém. B.R.G.M.*, 75: 397-410.
- Elmi, S. (1967): Le Lias supérieur et le Jurassique moyen de l'Ardeche. *Doc. Lab. Géol. Fac. Sc. Lyon*, 19: 1-845.
- Elmi, S. y Caloo, B. (1985): Eléments essentiels des peuplements d'ammonites du Toarcien terminal-Aalénien en Oranie (Algérie occidentale). *Cahiers Inst. Cathol. Lyon*, 14: 43-56.
- Fernández-López, S., Mouterde, R. y Rocha, R.B. (1988): Les Zurcheria s.l. (Ammonitina, Erycitidae) du Bajocien inférieur du Cap Mondego (Portugal). In: *2nd International Symposium on Jurassic Stratigraphy* (R.B. Rocha y A.F. Soares, Eds.), *I.N.I.C.*, Lisboa, I: 283-300.
- Fernández-López, S. y Suárez-Vega, L.C. (1981): Estudio bioestratigráfico (Ammonoidea) del Aalenense y Bajociense en Asturias. *Cuad. Geol. Univ. Granada*, 10: 1-12.
- Gabilly, J. y Rioult, M. (1971). Le Bajocien et le Toarcien supérieur sur les bordures du Massif Armoricain. Limite entre le Jurassique inférieur et le Jurassique moyen. Probleme de l'Aalénien. In: *II Colloque Jurassique, Luxembourg* (1967). *Mém. B.R.G.M.*, 75: 375-396.
- Galász, A. (1991): Lower Bajocian Sonniniid ammonites from the Gerece Mountains, Hungary. In: *Conference on Aalenian and Bajocian Stratigraphy, Isle of Skye* (N. Morton, Ed.), Birkbeck Coll. Univ. of London: 109-111.
- García-Dueñas, V. y Linares, L. (1970): La serie estratigráfica de Alta Coloma, serie tipo del Subbético Medio en la transversal de Granada. *Cuad. Geol. Univ. Granada*, I: 193-211.
- García-Dueñas, V., Linares, A. y Mouterde, R. (1967): Datos estratigráficos sobre la serie mesozoica del Río de las Juntas (Montillana, Zona Subbética, Granada). *Acta geol. Hisp.*, 3: 65-68.
- García-Gómez, R., Jiménez, A.P., Linares, A., Rivas, P. y Sandoval, J. (1991): The Toarcian-Aalenian boundary in the Betic Cordillera (Southern Spain). In: *3rd International Symposium on Jurassic Stratigraphy*, (Abstract). Poitiers: 53.
- Géczy, B. (1966): Ammonoides Jurassiques de Csernye, Montagne Bakony, Hongrie. Part. 1 (*Hammatoceratidae*). *Geol. Hung., ser. Paleont.*, 34: 1-276.
- Géczy, B. (1967): Ammonoides Jurassiques de Csernye, Montagne Bakony, Hongrie. Part. 2 (excl. *Hammatoceratidae*). *Geol. Hung., ser. Paleont.*, 35: 1-413.
- Goy, A., Martínez, G. y Ureta, M.S. (1991): The succession of Hammatoceratinae in the Aalenian of Northern Spain. In: *Conference on Aalenian and Bajocian Stratigraphy, Isle of Skye* (N. Morton, Ed.), Birkbeck Coll., Univ. of London: 49-63.
- Goy, A. y Ureta, M.S. (1991): L'Aalénien dans le Bassin Basque-Cantabrique (Espagne). In: *3rd International Symposium on Jurassic Stratigraphy* (Abstract), Poitiers: 58.
- Haq, B.U., Hardenbol, J. y Vail, P.R. (1988): Mesozoic and Cenozoic Chronostratigraphy and Eustatic Cycles. In: *Sea level changes. An integrated approach* (C.K. Wilgus, B.S. Hastings, C.G.S.C. Kendall, H., Posamentier, C.A., Ross and J.C. Wagoner, Eds.), *Soc. Econ. Paleont. Miner.*, Sp. Pub. 42: 71-108.
- Henriques, M.H. (1992): Biostratigrafia e Paleontologia (Ammonoidea) do Aaleniano em Portugal (Sector Setentrional da Bacia Lusitania). Tesis, Univ. Coimbra, 301 p.
- Hernández-Molina, F.J., Sandoval, J., Aguado, R. O'Dogherty, L., Comas, M.C. y Linares, A. (1991): Olistoliths from the Middle Jurassic in Cretaceous materials, of the Fardes Formation. Biostratigraphy (Subbetic Zone, Betic Cordillera). *Rev. Soc. Geol. España*, 4: 79-104.
- Hillebrandt, A.V. y Westermann, G.E.G. (1985): Aalenian (Jurassic Ammonite Faunas and Zones of the Southern Andes). *Zitteliana*, 12: 3-55.
- Imlay, R.W. (1973): Middle Jurassic Ammonites from Eastern. *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper*, 756: 1-97.
- Kálin, O. y Ureta, S. (1987): El Lias superior y el Dogger inferior en Gorgo a Cerbara (Apenino Central): aspectos bioestratigráficos y sedimentológicos. *Estudios geol.*, 43: 489-511.
- Lelièvre, T. (1960): Étude des Ammonites de l'Aalénien de deux gisements du Nord du Maroc (Prérif). *Ann. Soc. Géol. Nord.*, 80: 15-52.
- Linares, A. (1979): El Aalenense de la Zona Subbética. *Cuad. Geol. Univ. Granada*, 10: 413-424.
- Linares, A. y Rivas, P. (1973): La transición Lías-Dogger en el sector de Alamedilla, Zona Subbética. *Cuad. Geol. Univ. Granada*, 4: 155-160.
- Linares, A. y Sandoval, J. (1986): *Malladaites* nov. gen. et *Spinammatocheras* (Hammatoceratidae, Ammonitina) de l'Aalénien de la Zone Subbétique, Sud de l'Espagne. *Geobios*, 19: 207-224.
- Linares, A. y Sandoval, J. (1988): *Asthenoceras* y *Fontannesia* (Grammoceratinae?, Ammonitina) del tránsito Aaleninse-Bajociense de la Zona Subbética (Sur de España). *Rev. esp. Paleont.*, 3: 3-11.
- Linares, A. y Sandoval, J. (1990): The lower boundary of the Bajocian in the "Barranco de Agua Larga" section, (Subbetic Domain, Southern Spain). *Mem. Descr. Carta Geol. Italia*, 40: 13-22.
- Linares, A. y Sandoval, J. (1992): El género *Vacekia* (Grammoceratinae, Ammonitina) del Aalenense de la Cordillera Bética. *Rev. esp. Paleont.* Extra: 91-99.
- Linares, A., Ureta, M.S. y Sandoval, J. (1988): Comparaison between the Aalenian ammonite association from the Betic and Iberian cordilleras: elements of correlation. In: *2nd International Symposium on Jurassic Stratigraphy*, (R.B. Rocha y A.F. Soares, Eds.), *I.N.I.C.*, Lisboa, 1: 193-208.
- Martínez, G. (1992): *Hammatoceratinae (Ammonitina) del Toarciense superior y Aalenense en la Cordillera Ibérica*. Tesis, Univ. Complutense, Madrid. 331 p.
- Molina-Cámara, J.M. (1987): *Análisis de facies del Mesozoico en el Subbético Externo (Provincia de Córdoba y Sur de Jaén)*. Tesis, Univ. Granada. 542 p.

- Morton, N. (1990): Bearreraig (Isle of Skye, N.W. Scotland) as boundary stratotype for the base of the Bajocian Stage. *Mem. Descr. Carta Geol. Italia*, **40**: 23-48.
- Morton, N. (1991): Proposal for selection of Bearreraig (Isle of Skye, NW Scotland) as GSSP for the base of the Bajocian Stage. In: *Conference on Aalenian and Bajocian Stratigraphy, Isle of Skye*, (N. Morton Ed.). Birkbeck Coll., Univ. of London: 7-31.
- Mouterde, R., Ruget, C. y Caloo, B. (1972): Examen du problème de la limite Aalénien-Bajocien. In: *Coll. Méth. et Tend. Stratigraphie, Orsay 1970. Mém. B.R.G.M.*, **77**: 59-68.
- Ohmert, W. Prauss, M. y Weiss, M. (1991): The Toarcian-Aalenian boundary at Wittnau (Oberrhein area, south-west Germany), a possible boundary stratotype for the Aalenian. In: *Conference on Aalenian and Bajocian Stratigraphy, Isle of Skye*, (N. Morton, Ed.). Birkbeck Coll. Univ. of London: 7-31.
- Pavia, G. (1983): Ammoniti e biostratigrafia del Bajociano inferiore de Digne (France, SE. Dip. Alpes-Haute Provenze). *Monogr. Mus. Reg. Sc. Nat. Torino*, **2**: 1-254.
- Perrot, C. y Mouterde, R. (1957): Études sur l'Aalénien supérieur au nord du Tage. *Com. Serv. Geol. Portugal*, **38**: 340-371.
- Poulton, T.P., Hall, R.L., Tipper, H.W., Cameron, B.E.B. y Carter, E.S. (1991): Current status of the Middle Jurassic biostratigraphy of Queen Charlotte Islands, British Columbia. *Geol. Surv. Canada, Paper* **90**: 237-252.
- Poulton, T.P. y Tipper, H.W. (1991): Aalenian Ammonites and Strata of Western Canada. *Geol. Surv. Canada Bull.*, **411**: 1-71.
- Renz, C. (1925): Beiträge zur Cephalopodenfauna des alteren Doggers am Monte San Giuliano (Monte Erice) bei Trapani in Westsizilien. *Abh. Schweiz. Palaontol. Gesell.*, **45**: 1-33.
- Riccardi, A.C., Westermann, G.E.G. y Damborenea, S.E. (1990): Middle Jurassic of South America and Antarctic Peninsula. In: *Jurassic Taxa Ranges and Correlations Charts for the Circum Pacific*. (A.C. Riccardi y G.E.G. Westermann, Eds.). *Newsl. Stratigr.* **21**: 105-128.
- Rieber, H. (1963): Ammoniten und stratigraphie des Braunjura der Schwäbischen Alb. *Palaontographica*, ser. A. **122**: 1-89.
- Rieber, H. (1977): Remarks to the Aalenian of the Swabian Alb. *Stuttgarter Beitr. Naturk., serie B*, **29**: 1-5.
- Rocha, R.B., Henriques, M.H., Soares, A.F., Mouterde, R., Caloo, B., Ruget, C. y Fernández-López, S.R. (1990): The Cabo Mondego section as a possible Bajocian boundary stratotype. *Mem. Descr. Carta Geol. Italia*, **40**: 49-60.
- Rostovtsev, K.O. (1991): On the Aalenian and the Bajocian zones of the Caucasus. In: *Conference on Aalenian and Bajocian Stratigraphy, Isle of Skye*, (N. Morton, Ed.). Birkbeck Coll., Univ. of London: 103-107.
- Ruget-Perrot, C. (1961): Études stratigraphiques sur le Dogger et le Malm Inférieur du Portugal au Nord du Tage. Bajocien. Bathonien. Callovien. Lusitanien. *Mem. Serv. Geol. Portugal*, **7**: 1-197.
- Sadki, D. (1990): Les derniers Grammocerotinae et les derniers Hammatocerotinae du Bajocien inférieur du Haut-Atlas marocain. *Mem. Descr. Carta Geol. Italia*, **40**: 205-214.
- Sadki, D. (1992): *Le Haut-Atlas central (Maroc): Stratigraphie et Paléontologie du Lias supérieur et du Dogger inférieur: dynamique du bassin et des peuplements*. Tesis, Univ. Marrakech. 312 p.
- Sandoval, J. (1983): *Biostratigrafía y Paleontología (Stephanocerataceae y Perisphinctaceae) del Bajocense y Bathonense en las Cordilleras Béticas*. Tesis, Univ. Granada. 613 p.
- Sato, T. (1954): Découverte de *Tmetoceras* dans le plateau de Kitakami au Nord du Japon. *Jour. Geol. Geogr.*, **24**: 115-121.
- Sato, T. y Westermann, G.E.G. (1991): Jurassic of Japan and South-East Asia. In: *Jurassic Taxa Ranges and Correlation Charts of the Circum Pacific*. (G.E.G. Westermann y A.C. Riccardi, Eds.), *Newsl. Stratigr.*, **24**: 81-108.
- Sei, I.I., Kalacheva, E.D. y Westermann, G.E.G. (1985): The Jurassic ammonite *Pseudolioceras (Tugurites)* of the Bering Province. *Can. Jour. Earth Sc.*, **23**: 1042-1045.
- Seyed-Emami, K. (1967): *Zur Ammoniten-fauna und Stratigraphie der Badamu-Karke bei Kerman, Iran (Jura, oberes Untertoarcium bis mittleres Bajocium)*. Tesis, Ludwid Maximilians Univ. München. 180 p.
- Seyfried, H. (1978): Der subbetsische Jura von Murcia (Südost-Spanien). *Geol. Jb.*, **29**: 3-201.
- Smith, A.G., Hurley, A.M. y Briden, J.C. (1981): *Phanerozoic paleocontinental World maps*. Cambridge University press. 102 p.
- Spiegler, W. (1966): Graphoceratidae des Ober-Aalenium (Jura NW-Deutschland). *Mitt. Geol. Staat. Hamburg*, **35**: 5-113.
- Suárez-Vega, L.C. (1974): Estratigrafía del Jurásico de Asturias. *Cuad. Geol. Ibér.*, **3**: 1-370.
- Takahashi, H. (1969): Stratigraphy and ammonite fauna of Jurassic system of the southern Kitakami Massif, northeast Honshu, Japan. *Sc. Rept., Tohoku, Univ. Ser. II (Geol.)*, **41**: 1-93.
- Taylor, D.G. (1988): Middle Jurassic (late Aalenian and early Bajocian) ammonite biochronology of the Snowshoe Formation, Oregon. *Oregon Geol.*, **50**: 123-138.
- Ureta, S. (1985): *Biostratigrafía y Paleontología (Ammonitina) del Aaleniense en el Sector Noroccidental de la Cordillera Ibérica*. Tesis, Univ. Complutense de Madrid. 452 p.
- Vacek, M. (1886): Über die fauna der Oolith von Cap S. Vigilio verbunden mit einer Studie über die Obere Liasgrenze. *Abh. K.K. Geol. Reichsanstalt*, **12**: 57-212.
- Vera, J.A. (1988): Evolución de los sistemas de depósito en el margen ibérico de las Cordilleras Béticas. *Rev. Soc. Geol. España*, **1**: 373-391.
- Westermann, G.E.G. (1964): The Ammonite Fauna of the Kialagvik Formation at Wide Bay, Alaska Peninsula. Part I, Lower Bajocian (Aalenian). *Bull. Amer. Paleont.*, **216**: 329-503.
- Westermann, G.E.G. (1969): The Ammonite Fauna of the Kialagvik Formation at Wide Bay, Alaska Peninsula. Part II, Sonninia sowerbii Zone (Bajocian). *Bull. Ame. Paleont.*, **255**: 5-226.
- Westermann, G.E.G. (1980): Ammonite biochronology and biogeography of the Circum-Pacific Middle Jurassic. In: *The Ammonoides*, (M.R. House y J. R. Senior Eds.), Academic Press, London: 453-498.
- Westermann, G.E.G. y Riccardi, A.C. (1972): Middle Jurassic Ammonoid fauna and Biochronology of the Argentine-Chilean Andes. Part I: Hildoceratataceae. *Palaontographica, Abt.*, **140**: 1-116.

Revisado el 27 de febrero de 1993: aceptado el manuscrito
revisado el 28 de octubre de 1993